NOTIZIE SCIENTIFICHE

INTORNO AL FULMINE

DI ARAGO

TRADOTTE DAL FRANCESE

DA

GIUSEPPE DE LUCA

NAPOLI
DALLA STAMPERIA DELLA SOCIETA' FILOMATICA
1846.

PREFAZIONE

Un lavoro nel quale fosse tutto raccolto quello che si è osservato e detto intorno al fulmine ed ai parafulmini, da' tempi più lontani infino a noi, certo tornerebbe gratissimo; e sopratutto quando la scienza, la quale oggi non è nuova, fosse per modo esposta che divenisse patrimonio del popolo. Laonde abbiamo creduto di far cosa non discara ai nostri cittadini, recando in italiano un lavoro del celebre *Arago* intorno a questa materia, il quale riunisce l' un pregio e l'altro. Il chiarissimo scrittor francese è entrato innanzi a tutti gli altri meteorologisti, ed ha saputo con tanto accorgimento esporre i fatti, che questi non sono gittati così a caso e confusamente, ma schierati in un certo ordine, e posti a riscontro l'uno dell'altro. Nè l'autore si è rimaso contento ad una lucida ed ordinata narrazione di fatti, che pur sarebbe gran pregio, ma con quella sagacità, ch'è sua propria, ha saputo innalzarsi alle cagioni di essi, secondò lo stato in cui si trova al presente la scienza. Pregio principalissimo di questo suo dotto lavoro è lo stile, chè egli ha mirato sopratutto a rendere popo-

lare la scienza; ed a noi pare che sia riuscito mirabile nell'arte difficilissima di rendere con immagini sensibili agevoli e piane le cose più astratte.

E perchè il lettore possa scorgere di quanta importanza sieno le cose, di cui qui ragiona l'autore, abbiamo creduto di porre qui appresso l'indice dei capitoli.

INDICE

Definizioni. pag. 5

1. *Caratteri esteriori delle nuvole tempestose.* 7

2. *Il fulmine si forma e si manifesta talora in alcune nuvole, la cui natura sembra al tutto differente da quella delle nuvole atmosferiche ordinarie.* 15

3. *Dell'altezza delle nuvole tempestose.* 20

4. *Delle differenti specie di lampi.* 27

5. *I lampi si distaccano qualchevolta dalle nuvole, dalla loro parte superiore, e si propagano nell'atmosfera da basso in alto.* 42

6. *Qual'è la durata di un lampo della prima o della seconda classe?* 43

7. *V'ha delle nuvole tempestose le quali sieno luminose d'una maniera continua?* 55

8. *Del tuono propriamente detto, o del rumore che il fulmine fa sentire quando si sprigiona dalle nuvole.* 61

9. *In un cielo perfettamente sereno vi sono lampi senza tuono?* 67

10. *Vi possono essere tuoni senza lampi?* 68

11. *In un tempo fosco si mostrano mai lampi senza tuoni?* 69

12. *Tuona egli mai in un tempo perfettamente sereno?* 72

13. *Il fulmine, con la sua azione ne' luoghi in cui scoppia, sviluppa spesso fumo, qua-*

si sempre un forte odore che può paragonarsi a quello del solfo acceso. 73

14. *Delle modificazioni chimiche che il fulmine porta all' aria atmosferica.* 77

15. *Il fulmine produce soventi volte la fusione delle verghe di metallo che colpisce.* 79

16. *Il fulmine accorcia i fili metallici, pei quali passa, allorchè la sua forza non è tale da poterne operare la fusione.* 91

17. *Il fulmine pone qualchevolta in fusione certe sostanze terrose, e le cristallizza istantaneamente.* 92

18. *Il fulmine qualchevolta forma molti fori nei corpi che colpisce.* 104

19. *Fenomeni di trasporto prodotto dal fulmine.* 106

20. *Il fulmine, passando vicino ad un ago di bussola, ne altera il magnetismo, lo distrugge interamente, o altera i poli. Date le stesse circostanze, può comunicare un magnetismo più o meno forte a certe aste di ferro o di acciaro, che per l' innanzi non ne offrivano alcun segno.* 109

21. *Il fulmine nel suo rapido cammino obbedisce a certe azioni che dipendono da' corpi esterni, vicino ai quali scoppia.* 115

22. *Il fulmine più che ogni altra cosa attacca i metalli, quando ve ne ha, scoperti o nascosti, sia nelle circostanze de' luoghi dove cade direttamente, sia vicino a quelli dove giugne serpeggiando nel suo cammino.*

Il fulmine non produce danni notabili se non al primo entrare nelle masse metalliche, o al momento in cui esce. 117

23. *Allorchè l' atmosfera è tempestosa, avvengono al tempo stesso grandi turbamenti, e*

nelle viscere della terra, e nella superficie e nel seno delle acque. 126

24. *Lo stato eccezionale nel quale le tempeste atmosferiche mettono la parte solida del globo, si manifesta qualchevolta con certi scoppi fulminanti, che, senza alcuna apparenza di luce, producono non pertanto gli stessi effetti che il fulmine propriamente detto.* 132

25. *Lo stato particolare che una tempesta atmosferica comunica con la sua influenza al globo, si manifesta qualchevolta con brillanti e grandi fenomeni di luce, la cui sede da prima è la terra, e che spariscono dopo uno scoppio, sia nel luogo stesso dove si sono ingenerati, sia dopo un mutamento di luogo più o meno esteso, più o meno rapido.* 135

26. *Oltre ai grandi e rumorosi fenomeni, di cui abbiamo ragionato nel cap. 25°, e che appariscono qualchevolta sulla superficie della terra, nelle ore di tempesta suole mostrarsi spesso una luce viva, con un leggero sibilo, nelle parti più elevate de' corpi terrestri.* 141

27. *Quando vi sono grandi tempeste, le gocce della pioggia, i fiocchi della neve e la gragnuola producono luce, o giugnendo a terra, o pure urtandosi tra loro.* 147

28. *V' ha de' luoghi dove non tuona mai?*
Quali sono i luoghi dove tuona più sovente?
Tuona oggi così spesso come ne' secoli passati?
Le cagioni locali hanno potere sulla frequenza di questo fenomeno?
Tuona ugualmente in mezzo al mare che in mezzo ai continenti?
Quanto alla frequenza, qual è oggi la divisione geografica delle tempeste? 151

29. *In quali stagioni sono più frequenti i colpi di tuono fulminanti?* 178

Spiegazioni, osservazioni e riscontri sulle cose sopra osservate. 183

30. *Lampi.* 185
31. *Del tuono ordinario, dell' intervallo che lo separa dal lampo, del suo rimbombo, de' suoi scoppj, delle maggiori distanze alle quali si estende, del tuono de' giorni sereni, della lunghezza de' lampi.* 198
32. *Odori sviluppati da' colpi del fulmine.* 219
33. *Il fulmine opera delle fusioni, delle cristallizzazioni istantanee; raccorcia i fili metallici, fa molti buchi ne' corpi pe' quali passa, ec.* 221
34. *Trasporti di materia operati dal fulmine.* 222
35. *Il fulmine fende il legno, seguendo la sua lunghezza, in molti pezzi minuti o fili più dilicati.* 224

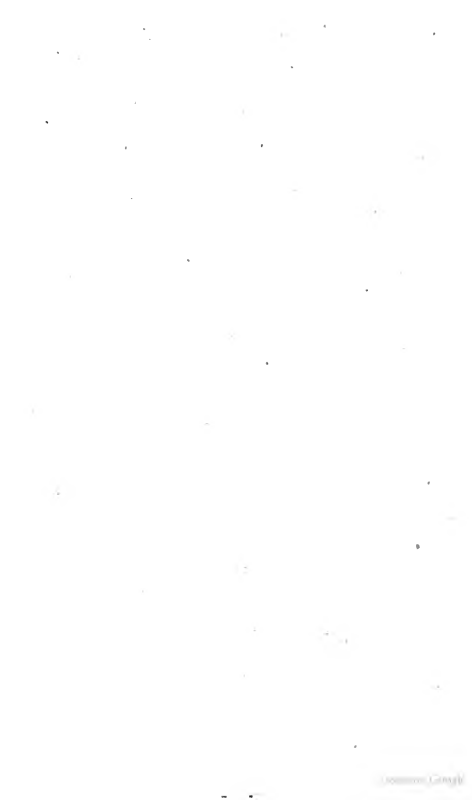
De' danni che arreca il fulmine. De' mezzi trovati in diversi tempi per difendersene, e specialmente de' parafulmini. 232

38. *I danni che arreca il fulmine sono essi così gravi da essere presi in considerazione?* idem
39. *De' mezzi che gli uomini han creduti proprj per mettere se stessi in salvo dal fulmine.* 248
40. *Allorchè il fulmine cade sopra uomini od animali posti gli uni dappresso agli altri, sia in linea retta, sia lungo una curva non chiusa; i suoi effetti sono generalmente più intensi e più increscevoli alle due estremità della fila.* 261

41. *Si accresce il pericolo di essere fulminato quando si corre sotto alla tempesta?* 269
42. *Le nuvole donde i lampi ed il tuono si sprigionano incessantemente, sono esse formate, come suppongono alcuni fisici, di tale maniera che traversandole vi sia pericolo di morte?* 273
43. *Colpisce mai il fulmine innanzi che si vegga il lampo?* 277
44. *De' mezzi con che si è creduto di mettere gli edificj in salvo da' fulmini.* 279
45. *De' mezzi con che si è creduto di potere difendere dal fulmine e delle città intere, ed ancora de' paesi molto vasti.* 283
46. *Effetti de' grandi fuochi incesi in mezzo all' aria.* 285
47. *Dello scoppio del cannone considerato come mezzo a dissipare le tempeste.* 288
48. *Nelle ore di tempesta è egli utile di suonar le campane?* 296
49. *De' parafulmini moderni.* 303
50. *Della sfera di azione de' parafulmini.* 323
51. *I parafulmini piantati orizzontalmente o in direzioni molto inclinate su' cornicioni degli edificj sono essi utili?* 337
52. *Della migliore forma e della migliore collocazione da dare alle diverse parti di cui un parafulmine si compone.* 331
Della punta.
Del conduttore.
53. *È egli provato co' fatti che i parafulmini abbiano preservato dalle rovine, che il fulmine cagiona, gli edificj su' quali essi erano stati posti?* 348
54. *I parafulmini ad asta elevata ed a punta richiamano essi il fulmine?* 356

ERRATA   CORRIGE

Lasciando i piccoli errori tipografici, ci restringiamo a correggere questi pochi che sono importanti per la materia.

ERRATA	CORRIGE
pag. 64. v. 4. lampeggia	scoppia
id. v.7.17.22.24.32. lampi	scoppj
p. 65. v. 3. 10. lampi	scoppj
p. 71. v. 3. 11. Genova	Ginevra
p. 261. v. 12. fibbre	fibbie
p. 289. v. 23. dispendensi	disperdersi
p. 348. v. 22. studiaremo	studieremo

Soventi volte sono stato interrogato su'parafulmini da alcuni architetti che vegliano alla conservazione de' publici edifici; da certi officiali che hanno il carico di costruire i magazzini per polvere; da alcuni capitani de' navigli dello stato e del Commercio; da un gran numero di cittadini di tutti gli ordini della Società. E mi sarà lecito di affermare che in generale sol coloro i quali professano la fisica hanno un'idea esatta di questi apparecchi, e sanno com'essi possono difenderci dal fulmine. E se vediamo che da diverse parti son chiesti di questi apparecchi; se in diversi luoghi vediamo sorgere di questi parafulmini, ciò è per un puro rispetto alle decisioni delle accademie. A questo modo ciascuno vuol mettere sè stesso in salvo, e difendersi in nome della scienza; ma una compiuta convinzione della bontà del metodo voi affatto non la troverete. Gli uni non vanno al di là del dubbio, ed aspettano per manifestare le proprie idee, che dimostrazioni vere sieno porte loro in luogo delle analogie. Altri, paragonando la possibilità d'un

danno immenso con la picciolezza dell' utile che può derivarcene, dichiarano che, senz' andare contro ragione, non sanno concedere che una meschina verga metallica possa difendere un grand' edifizio, un gran naviglio, da' colpi della meteora più terribile. Secondo costoro queste verghe innalzate nell' aria, e stimate di gran potere, sono del tutto senza effetto, e non producono nè bene, nè male.

V' ha di coloro che, abbandonandosi ad un ordine d' idee interamente opposto, attribuiscono a queste verghe metalliche una forte azione, che per altro essi credono nocevole. Armare la sommità d' un edifizio di questi metalli, dicon essi, ciò è chiamarvi volontariamente il fulmine; questo è un far nascere un pericolo che senza ciò punto non sarebbe stato; questo è lo stesso che fare scendere sopra di sè quel fuoco che le nuvole tempestose avrebbero gittato in luogo lontano; questo è accrescere considerabilmente i pericoli delle vicine abitazioni. Il Gran Federico prendeva posto egli stesso tra gli avversarj dell' invenzione di Franklin, il giorno nel quale, cedendo alla pubblica opinione ed a quella dell' accademia di Berlino, permettea di porre de' parafulmini sulle sue caserme ed arsenali, sopra i suoi magazzini per polvere, e proibiva al tempo stesso, ne' termini più precisi, di erigerne alcuno sul castello di Sans-souci.

I dubbii, le difficoltà che io ho indicate, hanno gittato negli spiriti profonde radici. E meditando intorno ai mezzi di estirparle e di

accrescere il numero de' difensori de' parafulmini, a me parve ch' egli era mestieri dal bel principio separare del tutto l' osservazione dalla teorica; che il cammino più sicuro e più ragionevole era quello di analizzare gli effetti certi del fulmine, e cercare di dedurne delle conseguenze generali, senza togliere alcuna cosa in prestito dalle esperienze elettriche de' fisici.

Io credetti, in una parola, ch' ei bisognava divenire storico esatto minuzioso della meteora, salvo poi a cercare in mezzo ai piccoli fenomeni che ci circondano, o che noi possiamo far nascere ne' nostri gabinetti e laboratorii, de' punti di contatto e de' ravvicinamenti più o meno fecondi.

Tal era il mio disegno, l' anno scorso, allorchè annunziai la publicazione d'un trattato intorno al fulmine. Credevo allora di poterne trovare tutti gli elementi ne' trattati moderni di fisica, e di addossarmi un peso di poco rilievo; cioè quello di riunire' fatti dimostrati, bene circoscritti, bene determinati, e di coordinarli secondo un certo metodo che quì si richiedea. Ma invece io sono stato costretto di ricorrere alle prime sorgenti; di scorrere molte centinaia di volumi della Raccolta dell' accademia delle scienze, delle Transazioni filosofiche di Londra, della Collezione di Berlino, del Giornale di Fisica ec. ec.; di spogliare tante opere, e relazioni di viaggi antichi e moderni, e memorie scritte la maggior parte senza metodo, senza nettezza, senza scopo: di leggere infine tutto quello che a me si offriva, con

*

la speranza, spesso vana, di scoprire in mezzo a mille particolarità inutili, un fatto, un' osservazione, una semplice cifra che potesse tornare utile alla scienza.

Io so che alcuni han trovato temerario il pensiero che io ho avuto di prendere il fulmine a soggetto di uno di questi discorsi. Secondo costoro la materia era stata del tutto esaurita da Franklin, da un gran numero di fisici successori ed emuli di lui, e sopratutto dalle commissioni accademiche, giustamente celebrate, le quali in diverse epoche, in Londra come in Parigi, furono di officio chiamate a garentire e rendere più grave l' autorità delle decisioni intorno all' uso de' parafulmini.

Ma in luogo di accordarmi a quest' opinione, le laboriose ricerche alle quali mi sono abbandonato, me ne hanno ogni dì più allontanato. La quistione era sì poco esaurita, che dopo tante cure io posso dire di avere in certo modo abbozzato la storia del fulmine, dove verranno esposti per ordine nel loro natural luogo tutt' i fatti di cui la meteorologia potrà pure arricchirsi. Malgrado tante osservazioni obbliate o non vedute, che mi è venuto fatto di mettere nuovamente in luce e di aggruppare in un certo sistema, questo discorso potrà tornare utile sopratutto per le lacune che a me si sono offerte, e di cui io non ho creduto dovere far mistero. Possa questo lavoro stimolare i viaggiatori, i meteorologisti a considerare pure la terribile meteora del fulmine come un ricco soggetto di studii!

Ove questo mio desiderio sarà da altri compreso, io sarò largamente rimeritato di queste mie fatighe.

Definizioni.

Per seguitare l'uso, io comincerò dicendo ciò che significano le parole *fulmine* e *tuono*. Ma niuno non si aspetti buone definizioni. Io mi terrò alle *definizioni legali*, a quelle che l'accademia francese ha poste nel suo nuovo Dizionario.

Fulmine. Il fuoco del Cielo, la materia elettrica che si sprigiona dalla nuvola producendo una viva luce ed uno scoppio violento.

Tuono. Forte rumore causato dallo scoppio delle nuvole elettriche.

Ma non è già che addentrandoci ben l'occhio, gli uomini schifiltosi non possano trovare a ridir qualche cosa su queste poche parole. E spingendo all'eccesso questo scrupoleggiare, essi avrebbero diritto di dimandare se la parola scientifica, tecnica, se la voce moderna d'*elettricità* è bene posta nella definizione di un fenomeno antico quanto il mondo, e che avea cagionato tanti avvenimenti funesti prima che la fisica avesse segnato le prime linee della scienza *elettrica*. Ciò non toglie che possa portarsi la critica in ciò che le due definizioni hanno di problematico e di teoretico; per es. sulle parole, *scoppio delle nuvole*, le quali non si riannodano in alcun modo alle otto o dieci ipotesi con cui si è tentato di spiegare il guizzare del fulmine. Ma che possiam noi trarre da queste riflessioni? La conseguenza forse

che nel caso presente gli onorevoli autori del Dizionario sono stati meno avventurosi e meno felicemente ispirati che l' antico uso? Ebbene; resterebbe a provare che si poteva fare ancora meglio. Ove alcuno il voglia, diciamo pure: il *fulmine* è un fenomeno, o una meteora che si manifesta, quando il Cielo è coverto di certe nuvole, da prima con un getto improvviso di luce, e dopo qualche tempo, con un rumore più o *meno prolungato*. Questa definizione sfuggirebbe alla maggior parte de'critici precedenti, poichè essa non ha nulla d'ipotetico, nulla che si appoggi alle esperienze moderne de' fisici, nulla che non sia il risultamento di un'osservazione immediata; e ponendovi ben mente, forse si troverebbero altre difficoltà. Del resto a noi importa quì particolarmente di osservare, che la parola *tuono*, la cui significazione diretta è *rumore*, *strepito*, *rivolgimento*, spesse volte è presa per *fulmine*, come nelle locuzioni: il *tuono è caduto*, *colpito dal tuono*, *fuoco del tuono* ec.; ed accade che le due espressioni si usino indistintamente anche in alcuni casi, ne'quali possono nascere errori, o almeno mancanza di precisione. I buoni scrittori non cadono in quest' errore, e ne sia come ripruova la frase, citata spesse volte, di uno dei nostri più grandi prosatori: » Il Cielo ha più tuoni per ispaventare, che non ha fulmini per punire ».

§. I.

Caratteri esteriori delle nuvole tempestose.

Nel linguaggio comune le nuvole sono una certa espressione della mobilità e del vago delle forme. Il *mutarsi come le nuvole* è un'espressione proverbiale; ma intanto noi ricercheremo co'meteorologisti se le nuvole, nel cui seno il fulmine s'ingenera e si forma, dove si manifesta con una luce che abbaglia ed uno scoppio più forte di quello dell'artiglieria, potrebbero distinguersi dalle nuvole ordinarie, per certi caratteri particolari costanti e facili a discernere.

Tra' segni proprj di queste nuvole, io noterò da prima una specie di fermentazione, la quale pare che si scorga solamente nelle nuvole tempestose. Un fisico inglese, Forster, paragona questa fermentazione al movimento che si osserva sulla superficie di un formaggio pieno di vermi.

Quando in un tempo calmo si vede da qualche punto dell' Orizzonte levarsi assai prestamente delle nuvole densissime, simiglianti a masse di cotone ammonticchiate, terminate da un gran numero di contorni curvilinei bruscamente e nettamente tagliati, come le sommità di montagne coperte di neve; quando queste nuvole si gonfiano in certo modo; quando esse come diminuiscono di numero crescono di grandezza; e malgrado di tutti questi mutamenti di forma, restano invariabilmente attaccati alla loro base primiera; quando questi contorni, da prima sì numerosi e distinti,

si confondono a poco a poco gli uni negli altri, per modo che non presentano che l'aspetto di una sola nuvola; allora si può, secondo Beccaria, annunciare con certezza che l' uragano è vicino.

A questi primi fenomeni succede, sempre nell' orizzonte, l' apparizione di una grossa nuvola nerissima, per mezzo della quale le prime pare che tocchino la terra. La sua tinta oscura si comunica dall' una all' altra alle nuvole elevate, ed è da notare come ciò pare che avvenga allorchè tutta la loro superficie, o almanco quella che si scorge dalla pianura, diviene ad ogni passo più unita. Dalle parti più alte di questa massa unica e densa, partono, sotto la forma di lunghi rami, le nuvole che senza distaccarsene vanno gradatamente a coprire tutto il Cielo.

Nel momento in cui i rami cominciano a formarsi, l' atmosfera è ordinariamente sparsa di piccole nuvole bianche ben distinte, bene circoscritte, che il celebre fisico di Torino chiama *Ascitizi*, cioè nuvole addizionali o subordinate. I movimenti degli *Ascitizi* sono bruschi, incerti, irregolari. Queste nuvole pare che sieno tirate per la virtù della gran massa. Ed esse vanno a riunirsi a quella l'una dopo l'altra. Gli Ascitizi già erano stati osservati da Virgilio, il quale li paragonava a fiocchi di lana. Le macchie bianche che qua e là interrompono la tinta uniformemente oscura di una grossa nuvola tempestosa, in origine erano *ascitizi*.

Dopo di essersi estesa la gran nuvola oscura e tempestosa, oltrepassa il zenit; quando copre la maggior parte del Cielo, l' osservatore vede al di

sotto molti piccoli Ascitizi, senza potere determinare nè donde vengono, nè come sono formati.

Questi ascitizi sembrano lacerati, sminuzzati: si potrebbero dire brani di nuvole. Essi spingono qua e là le lunghe braccia. Il loro cammino è splendido, irregolare, incerto; però sempre orizzontale. Quando ne' loro movimenti opposti due di queste nuvole vengono a ravvicinarsi, esse sembrano veramente estendere l'una verso l'altra le loro braccia irregolari. Dopo essersi quasi toccate si respingono evidentemente, e le braccia di cui abbiam fatto cenno si ripiegano con un movimento contrario a quello che si era prima manifestato.

Le osservazioni quì fatte sono la parte essenziale di ciò che ha detto su questa materia il Beccaria, il quale viveva in Torino, contrada quasi tutta circondata di montagne. Si saprà ciò che esse contengono di particolare e di generale, quando si potranno paragonare alla descrizione dell'origine, del progresso e dell'intiero sviluppo di un uragano in un paese di pianura. (1)

Per tutto quello che resta quanto allo sparire

(1) Saint-Lambert, in un poema sulle stagioni, comincia la descrizione di una tempesta con questi due versi:

On voit à l'horizon, de deux points opposès,
Des nuages monter dans les airs embrasès.

Il poeta, parlando de' *due punti* opposti donde certe nuvole s' innalzino al principio di una tempesta, ha egli inteso di descrivere un fenomeno locale?

per gradi delle forti ondulazioni delle nuvole tempestose, a misura che dall' orizzonte esse vanno inverso il Zenit, Beccaria non ha potuto parlare che della loro superficie inferiore, la quale sola poteva essere veduta dal suo osservatorio di Torino. Noi non potremmo dire alcuna cosa intorno allo stato della superficie superiore, se non mi fosse venuto in animo di consultare gli Officiali dello Stato-maggiore, antichi allievi della scuola Politecnica, i quali avendo percorso da poco tempo la catena de' Pirenei per coprirla delle loro mirabili reti trigonometriche, han dovuto trovarsi spesse volte al di sopra delle tempeste (1).

Io ho imparato da loro che quando uno strato di nuvole sembra perfettamente unito, perfettamente a livello sulla sua faccia inferiore, la faccia opposta non è che un composto di altissime eminenze e di profonde cavità.

Hossard m' ha indicato un segno precursore delle tempeste del quale, a mio credere, niun meteorologista avea fatto menzione innanzi a lui. Quest' officiale ha osservato che durante i grandi calori si formano tutto ad un colpo, sopra molti punti del letto delle nuvole inferiori, certi sollevamenti che si prolungano come lun-

(1) Io indirezzerò qui i miei ringraziamenti particolari a due di questi officiali, pieni di merito, i Capitani Peytier e Hossard, i quali mi hanno mandato certe memorie pregevoli per la loro esattezza e per le conoscenze di fisica alle quali accennano.

ghi fusi verticali con l'aiuto de' quali alcune regioni atmosferiche molto distanti possono trovarsi in una immediata comunicazione. (1)

Franklin in un certo senso, è andato più oltre di Beccaria. Secondo lui, una sola grossa nuvola non potrebbe essere tempestosa. Quando un osservatore, egli dice, si trova a poca distanza situato sul prolungamento orizzontale di una grossa nuvola, donde partono lampi e tuoni, ei vede sotto di sè una serie di altre nuvole piccolissime e poste le une sotto le altre. Qualche volta le più basse di queste nuvolette sono poco lontane di terra.

Così, secondo Franklin, due condizioni sono necessarie perchè una nuvola sia tempestosa: egli è mestieri che questa nuvola sia estesissima; ed

---

(1) In certi luoghi, dopo le osservazioni del Capitano Peytier, le tempeste che si affacciano sulle montagne, hanno per germe, se questa espressione mi è permessa, alcuni lembi di nuvole formate nel basso paese, o distaccati da immensi strati nebulosi, di cui le pianure circostanti erano precedentemente coperte. Secondo lui, l'Osservatore situato in qualche picco de' Pirenei donde si scorge il Rossiglione o la Guascogna, per es. sul Canigou o sul picco del mezzo giorno di Bigorra, vede ogni mattino, molte ore dopo il levare del Sole, formarsi al di sopra della pianura alcune nuvole che spesso s' innalzano con rapidità e vanno tutte a raggrupparsi ora sopra una cima, ora sopra un'altra, producendovi ordinariamente una tempesta. Allorchè nell'ora del mattino la pianura è gia coverta, non v' ha più luogo a nuove formazioni; ma alcuni frammenti si distaccano qua è là dalle nuvole presistenti, le une di buon' ora, le altre più tardi. La tempesta viene quando questi frammenti si sono riuniti in gran numero intorno ad una delle cime della catena.)

oltre a ciò che alcune nuvolette sieno poste tra la sua superficie inferiore e la terra. Ma è egli vero abbastanza che i lampi mai non iscappano da una nuvoletta sola ? e che il fulmine non mai se ne sprigiona ? Voglio che quì si noti, che io pongo il problema come quistione di fatto, e non mica rispetto ad una possibilità teorica. Ebbene; nella quistione di fatto la maggior parte de' meteorologisti, di accordo col filosofo americano, hanno intorno a ciò risposto negativamente.

Io posso citare, per es. il gran nome di Saussure. Ecco quello che io trovo quanto a questo nella relazione del *celebre viaggio al Collo del Gigante*.

» Quanto alle tempeste, io non ne ho veduto
» nascere in queste montagne che nel momento
» dell' incontro o del conflitto di due o più nu-
» vole. Al collo del Gigante, quando nell' aria
» o sulla cima del monte-Bianco non vedevamo
» che una sola nuvola, densa od oscura che fos-
» se, non ne usciva alcun tuono; ma quando si
» formavano due strati l' uno al di sotto dell' al-
» tro, o alcune nuvole salivano dalle pianure e
» dalle valli ad unirsi a quelle che occupavano
» le cime, il loro incontro era segnato da colpi
» di vento, da tuoni, dalla grandine e dalla piog-
» gia.

V' ha de' fisici, e Saussure è certamente tra' primi, le cui osservazioni debbon essere accettate, quasi senza esame, quando si tratta di fatti positivi; ma ne' fatti negativi questa cieca fede sarebbe un grave errore. Infatti ognuno dee inten-

dere che le rare accidentali occasioni, per le quali certi fenomeni naturali avvengono, possono non essersi mai presentate a tale o a tal altro uomo di scienza, sebbene per altri rispetti ei fosse chiarissimo; e però senz'essere scuorato da quello che Saussure asserisce, io mi son posto a cercare in vecchie raccolte meteorologiche, delle quali alcune non meriterebbero di essere tenute a vile, com'è costume di fare tra noi, se le *nuvolette isolate* mai non possono produrre lampi e tuoni. La fatica che ho presa non è stata senz'alcun effetto.

Io lessi in una memoria dell'accademico Marcorelle di Tolosa che il 12 settembre 1747, il Cielo, essendo sereno e perfettamente puro, tranne una nuvoletta che a vederla pareva precisamente rotonda, e di 25 a 16 pollici di diametro, il fulmine all'improviso cadde rumoreggiando, ed uccise una femmina nomata Bordenave, dopo averle bruciato il seno, senza danneggiare le sue vesti.

In data del 30 luglio 1764, nelle osservazioni botanico-meteorologiche fatte a Denainvilliers, vicino Pithiviers, da Duhamel di *Monceau*, io trovo pure la seguente nota contra cui non v' ha nulla a ridire.

» A cinque ore e mezzo del mattino, con un
» bel sole, essa è passata sopra un piccolo *scoglio*
» *isolato*. Da questa nuvola è uscito un lampo
» ed un colpo di tuono, ch'è caduto sopra un ol-
» mo, vicino al castello di Denainvilliers; essa ha
» tolto una coreggia di scorza di 20 piedi di al-
» tezza fino alla radice, sopra 2, 3 e 4 pollici di

» grossezza; ha fatto sul legno una scanalatura
» di un dito traverso di larghezza e profondità,
» nel fondo della quale si vedeva una linea come
» un filo nero, in cui il legno pareva essere fesso.
» In quel momento si è sentito in una terra vici-
» na un odore di zolfo, che ha portato grande
» spavento.

» Bergman vide egli stesso cadere il tuono da
» una piccolissima nuvola sopra un campanile,
» mentre il Cielo era perfettamente sereno.

Io spero che le piccole nuvole possano racquistare interamente i loro diritti quando avrò riferito una quarta osservazione, di cui io sono debitore al capitano Hossard.

Nel 1834 quest' officiale, scendendo per la strada che mena al collo della Faucilla nel Giura, vide formarsi un piccolo cappello di nuvole intorno ad una montagna vicina, nomata il Colombaio di Gex, la cui altezza al disopra del mare è di 1600 metri. La nuvola esisteva a pena dopo alcuni istanti, quando ne uscì un forte colpo di tuono.

Quantunque la discussione fatta non sia certamente propria ad accrescere la nostra confidenza ne' fatti negativi, non pertanto io dirò che, secondo Beccaria, il fulmine non parte giammai dalle nuvole fumose, cioè da quegli strati di nuvole che sono tanto notevoli per l'apparente uniformità della loro composizione e per la regolarità della loro superficie.

Noi daremo quì termine a questo capitolo. Forse di quì a non molto si avranno, intorno a quest' obbietto che io ho trattato, dati più chiari,

più precisi e più essenziali. Questa materia merita certamente che i meteorologisti la trattino attentamente. Coloro che non faranno alcun caso del ridicolo che si potrebbe spargere sull' osservazione costante di una cosa così varia e mobile come le nuvole, senza dubbio raccoglieranno da questo studio molti fatti utili alla scienza.

§. II.

Il fulmine si forma e si manifesta talora in alcune nuvole di cui la natura sembra al tutto differente da quella delle nuvole atmosferiche ordinarie.

Plinio il giovane scrisse a Tacito due lettere, divenute oramai celebri, intorno all' eruzione del Vesuvio, che, nell' anno 79 dell' era nostra, cagionò la morte di suo zio *Plinio il Naturalista*. Nella seconda di queste lettere, ei parla di nuvole nere ed orribili (ed erano di cenere) rotte da certi fuochi serpeggianti; (1) e di nuvole che si aprivano e lasciavano uscire lunghi solchi di fiamme, simili a lampi.

Le opere del padre della Torre potrebbero, ove bisognasse, darci molte notizie di questo genere. Nella descrizione dell' eruzione del Vesuvio dell' anno 1182 noi troveremmo, per esem-

---

(1) Oggi non si userebbero altre parole per particolarizzare certi lampi che si osservano nelle tempeste ordinarie.

pio » che un fumo densissimo durò da' 12 ai 22 » agosto, e che il fulmine si mostrò spesse volte » in mezzo a questo fumo.

Bracini, testimone di veduta dell'eruzione del Vesuvio avvenuta nell' anno 1631 disse che la colonna di fumo che si levò dal cratere si estese nell' atmosfera per 40 linee, e che per tutto il corso di questa particolare nuvola, sovente ne uscirono fulmini che uccisero molte persone e molti animali.

Nel tempo dell' eruzione del Vesuvio dell' anno 1707, *Giovanni Valetta*, scrivea da Napoli a *Richard Waller*: « Il terzo e 'l quarto giorno, il vulcano ha gettato dal suo cratere certi lampi simili a quelli che in certe occasioni illuminano il Cielo. *Essi erano tortuosi*, serpeggianti, e dopo il loro apparire si udiva il fragore del tuono. Questi lampi e tuoni così frequenti e forti avran fatto credere che una pioggia sarebbe stata vicina; ma infine si riconobbe ch' essi nascevano da una nuvola oscura composta, non di vapori ordinarj, ma solo di cenere. »

Coloro che abitavano a piè del Vesuvio diceano al sig. William Hamilton, dopo l' eruzione del 1767, ch' essi furono più spaventati da' lampi continui e da' fulmini che cadeano tra loro, che dalle lave accese e da altri fenomeni terribili dai quali un' eruzione vulcanica è sempre accompagnata.

Nel tempo della terribile eruzione del 1779, dal cratere del Vesuvio uscivano intramischiati con la lava infuocata certi buffi di fumo nero più di quello che può immaginarsi(as black can pos-

sibly, e imagined). Questo fumo, dice il sig. William Hamilton, pareva solcato da certi lampi serpeggianti, al tempo stesso in cui si sprigionava dal Cratere.

L' eruzione del Vesuvio dell' anno 1794, così bene descritta dallo stesso osservatore, contiene delle notizie ugualmente certe. Il giorno 16 giugno non usciva dal cratere nulla che fosse infiammato; ne usciva un certo fumo nero e ceneri che formarono sopra la montagna una nuvola gigantesca. Questa nuvola era solcata da lampi a zig-zag, tanto bene conosciuti da' meteorologisti, e che gli abitatori del piede del Vesuvio chiamano *ferilli*.

I lampi vulcanici, veduti da Hamilton nel 1779, non furono accompagnati da alcuno scoppio sensibile. Per contrario nel 1794 furono seguiti costantemente da certe scariche simili a quelle de' tuoni più violenti. La tempesta formata solo per opera del vulcano era sotto tutti gli aspetti simile alle tempeste ordinarie. I fulmini ch' essa gittava producevano gli stessi fenomeni. E particolarmente si ebbe occasione di persuadersi di questa simiglianza, esaminando l' abitazione del Marchese di Berio, a San-Jorio, ch' era stata fulminata. Le ceneri ond' era composta in grandissima parte la nuvola vulcanica, aveano la finezza del tabacco di Spagna. Questa nuvola fu trasportata dal vento fin sopra la città di Taranto, distante dal Vesuvio circa 100 leghe. Quivi il fulmine che si sprigionò da essa produsse pure grandi guasti in una casa.

Io non ho parlato fin quì che dell' eruzione del

Vesuvio. Quantunque io debba poco temere che alcun uomo si avvisi di attribuire alla nuvole formate di fumo o di cenere, che si levano dal cratere di questo vulcano, il potere esclusivo d'ingenerare il tuono, pure io farò alcune nuove citazioni.

La prima io la toglierò in prestito da Seneca. Nelle *Questioni Naturali*, lib. 2, § 30, io lessi che nel tempo di una grand' eruzione dell' Etna, scoppiava il tuono, e si vedea strisciare il fulmine in mezzo a certe nuvole di sabbia cocente che il vulcano vomitava.

La seconda citazione la prenderò dalla descrizione dell' Etna dell' abate Francesco Ferrara.

Nel principio dell' anno 1755 si levò dal cratere dell' Etna un' immensa e nerissima colonna di fumo, ch' era frequentemente traversata da *tortuose balenazioni*.

Allorchè l' isoletta Sabrina, di sì poca durata, surse nel 1811 presso S. Michele delle Azoridi, le colonne nerissime, composte di polvere e di cenere, che si levavano dal seno dell' oceano, erano, come dice il Capitano Tillard, solcate continuamente dov' erano più opache e fosche, da certi lampi di una vivacità straordinaria.

E fino il piccolo Vulcano, che si mostrò in luglio 1831 tra la Sicilia e Pantelleria, può figurare in questo capitolo. Iohn Davy in fatti ci dice, che il 5 agosto interrottamente si levarono dal cratere, fino all' altezza di 3 a 4000 piedi inglesi, alcune colonne di una polvere perfettamente nera, e certi lampi seguiti da tuoni ne uscivano quasi ad ogn' istante in diverse direzioni.

Forse alcuno troverà che io ho dato pochissima importanza ai lampi ed ai tuoni che hanno la loro sede nelle nuvole vulcaniche. Io so che potrebbe dirsi, che immense colonne di vapore di acqua spesso s' innalzano da' crateri; che questo vapore forma la parte principale delle nuvole vulcaniche; che le ceneri, le polveri nere ed impalpabili vanno solo a mescolarsi con esso per alterarne la bianchezza e la poca trasparenza ec. ec.

La mia risposta è semplicissima.

Ei sarebbe vero che le nuvole nerissime, dopo essersi elevate dalla bocca de' vulcani fino ad un altezza straordinaria, e dopo essersi ordinate per ogni verso intorno alla colonna ascendente, danno alle masse gassose e polverose quella forma di un pino così bene descritta da Plinio il giovine, e da' moderni osservatori; ei sarebbe vero, noi diciamo, che queste nuvole si compongono in grandissima parte di vapore d' acqua; ma resterebbe ancora ad esaminare, come il vapore, uscendo da un cratere quasi purissimo, non è mai o quasi mai tempestoso, per quello che io ne so, e come le ceneri, e le polveri vulcaniche gli comunicano sempre questa proprietà. Del resto nulla non stabilisce la verità dell' ipotesi, di cui io ho fatto cenno, se vien riguardata da un punto di veduta generale; niente prova, per esempio, quanto alla densa nuvola che nel 1794 si estese dal Vesuvio fino a Taranto, che nel giugnere a questa Città essa non si componea esclusivamente di polvere finissima. Dalla relazione del Capitano Tillard si scorge che nere colonne di fumo si levavano dall' oceano, presso le Azoridi, prima

che la piccola isola Sabrina cominciasse a sorgere. In questo caso il vapore prodotto nel focolare vulcanico sottomarino non dovea in gran parte condensarsi, mentre saliva verso la superficie, come si condensa a contatto dell'acqua fredda nell'ammirabile macchina di Watt?

Io non porterò più oltre queste considerazioni. Non pertanto citerò un fatto che darà loro una gran forza, poichè esso proverà, che dopo essersi distaccate alcune nuvole, quando esse giungono a terra in uno stato di massima secchezza, le polveri vulcaniche sono qualche volta così fortemente impregnate della materia del tuono, che essa dà luogo a notabili fenomeni di fosforescenza.

§. III.

Dell' altezza delle nuvole tempestose.

Il fulmine, come noi spiegheremo dappoi, cadendo sopra certe rocce, produce alcuni fenomeni locali di fusione e di vetrificazione, ben conosciuti dagli osservatori. Queste vetrificazioni superficiali e circoscritte, il mio illustre amico Humboldt le ha scorte sul punto culminante della montagna di Toluca (all'ovest del Messico) all'altezza di 4620 metri al di sopra del livello del mare; *Saussure*, sulla cima del monte-Bianco a 4810 metri di elevazione (1); Ramond, sul mon-

(1) Per maggiore esattezza, io debbo dire che le vetrificazioni superficiali, indizi certi del tuono, non sono state scor-

te-Perduto a 3410, e sul Picco del mezzo giorno a 2935 metri. Dopo ciò, chi non potrebbe a buon dritto dire, che ne' paesi di montagne al manco, le nuvole tempestose s' innalzano qualche volta.

Nel Messico . . a più di 4620 metri.
Nella Svizzera 4810:
Su' nostri Pirenei. . . . 3410?

La conseguenza sarebbe giusta, come può vedersi sempre, ma la dimostrazione non sarebbe rigorosamente compiuta. Infatti noi siamo partiti dall'opinione comune, ricevuta senza far di molte considerazioni che il fulmine si sprigiona dalle nuvole *solo* da alto in basso. Ebbene; io citerò un fatto che dimostra il contrario. Noi vedremo diversi oggetti colpiti e danneggiati da un colpo di fulmine partito da nuvole molto più basse di essi.

Noi non possiamo dunque sperare di trovare alcune determinazioni certe delle più grandi altezze in cui si tengono le nuvole tempestose, se non nelle relazioni de' viaggi fatti sulle sommità delle principali catene di montagne de' due continenti. Tale è la ricerca a cui ora ci abbandoniamo.

---

te sulla cima medesima del monte Bianco, ma sopra una parte di questa colossale montagna chiamata Dóme de *Goutè*, e la cui altezza verticale è un po meno grande. Sulla cima del monte Bianco le tracce, gl' indizi di qualche colpo di fulmine recente, che Saussure credette osservare, consisteano in alcuni frammenti di scogli, che giacevano per ogni verso sulla neve di fresco caduta, a molti piedi di distanza dalla loro primitiva situazione.

Bouguer, nell'opera sua *sulla figura* della Terra, parla di una tempesta che sorprese lui e la *Condamine*, sul Pichincha, uno de' monti della Cordigliera del Perù. L'altezza del Pichincha è di 4868 metri sopra il livello del mare.

Il 5 luglio 1788, i signori di Saussure padre e figlio, il giorno appresso al loro arrivo sul *Collo* del *Gigante*, furono sorpresi da una violenta tempesta, con lampi e tuoni che si succedevano senza interruzione. L'altezza delle nuvole tempestose sopra la montagna non fu nè determinata nè valutata. Paragonando quest'altezza al livello del mare, noi solo potremo dire ch' essa sorpassava notabilmente l'altezza della rocca in cui i signori Saussure aveano posto le loro tende, val dire 3771 metri.

Un paragrafo, della celebre relazione di questi due osservatori, nel quale fanno menzione delle tempeste che nasceano alla sommità del monte-Bianco, tutte le volte che quivi si formavano due strati di nuvole, ci sarà bastante autorità ad accrescere di un migliaio di metri il numero che abbiamo rapportato, e ad affermare che in mezzo alle Alpi, i sig. di Saussure han veduto e sentito alcune tempeste, la cui sede era circa 4500 metri di altezza verticale al disopra del livello dell' oceano.

Per le cure de' Capitani Peytier e Hossard, anche i Pirenei avranno i loro luogo in questo capitolo.

In agosto del 1826, nella stazione geodetica del picco di Troumouse, ch'è alto 3086 metri, le tempeste s' ingeneravano in uno strato di nuvole,

la cui superficie più vicina alla terra era circa 3000 metri di altezza verticale sopra il mare.

Nello stesso anno e mese, sul Picco di *Baletous*, la faccia inferiore delle nuvole tempestose si trovò a 3200 metri.

In agosto del 1827, nella stazione del *Tuc* di Maupas, ch' è alto 3110 metri, i sig. Peytier e Hossard udivano certi tuoni in alcune nuvole, le quali erano, sempre dalla loro faccia inferiore, lontane 3300 metri.

Ecco dunque in America, sulle Alpi e sui Pirenei, delle vere e frequenti tempeste, ad immense altezze sopra l' oceano. Quì si domanda se le altezze sono ugualmente grandi per le tempeste che si mostrano su' paesi di pianura. Questa quistione non interessa soltanto la nostra curiosità. Supponiamola risoluta affermativamente, e la densità dell' aria prenderà una gran parte nella formazione delle nuvole tempestose. Posta l'ipotesi contraria, l' azione della terra diverrà manifesta, e quest' azione, qualunque ne sia la natura, sarà designata dal fatto notabile che il suolo d'un paese, com' esso si solleva, solleva al tempo stesso la regione delle tempeste; e resterà fermato che uno spianato, che una montagna, per la loro vicinanza, comunicano ad alcuni strati atmosferici certe proprietà, di cui questi stessi strati sarebbero privi, se fossero più grandemente isolati. Dalle cose dette potrà vedersi come lo scopo, che io quì mi avea proposto, non è ancora raggiunto. Ei mi resta a cercare qual' è l' altezza delle tempeste ne' paesi di pianura poco elevati al di sopra del mare.

Presso di una catena di montagne si determina l' altezza delle nuvole da quella delle sommità e di qualunque altra specie di eminenze, cui covrono queste nuvole e di cui si fissano le coordinate verticali co' livellamenti barometrici o trigonometrici. Ne' paesi di pianura si è ricorso ad un metodo, non meno bastevole, il quale si fonda sul paragone del tempo in cui apparisce il lampo e di quello dell' arrivo del tuono al luogo dell' osservatore. Di quì a poco indicherò i principj di questo metodo. Ora debbo restringermi ad esporre i risultamenti ch' esso ha dati. (1)

Io trovo in una raccolta di memorie di de l' Isle, membro dell' accademia delle Scienze, quattro osservazioni fatte a Parigi il 6 giugno 1712, nello spazio di 6 minuti, le quali, dopo un con-

(1) Se questi risultamenti non sono di un più gran numero ei bisogna incolparne la maggior parte de'fisici che hanno avuto il mal costume di presentare tutt' i problemi come risoluti, e tutte le quistioni come intieramente esaurite. Certe brusche asserzioni là dove il dubbio dovrebbe accompagnare ogni parola, nuocciono essenzialmente ai progressi delle scienze. E far notare certe lacune è anche più utile cosa che registrare delle scoverte. E cercando di fare sparire alcune difficoltà dalla teoria nevtonomiana dell' emissione, n' è venuto che molti fisici esatti han dato all'ottica un aspetto del tutto nuovo. E non ponendo fede sulle parole coloro che poco fà gridavano a piena voce: non esservi nulla a trovare sull' eletricità e 'l magnetismo che non derivi oggi immediatamente dalle potenze del calcolo; n' è venuto che queste due scienze si sono arricchite di una serie immensa di fenomeni maravigliosi di cui pochi anni fà non si avea la più leggiera idea.

veniente calcolo, per l'altezza verticale delle nuvole in cui nasceva il lampo ed il tuono, mi danno l'enorme risultamento di 8080 metri.

Tra le 77 osservazioni, che la memoria di de l'Isle contiene, dopo quella del 6 giugno 1712, non ne troviamo altra che possa essere calcolata. Per un'inconcepibile dimenticanza, l'*altezza angolare* della regione in cui i lampi si mostravano, non è data che una sola volta.

La stessa dimenticanza si nota nelle osservazioni che l'abate Chappe raccolse a Bitche, nella Lorena, nell'anno 1757. Le osservazioni di Tobolsh nella Siberia, fatte nel 1761 dallo stesso astronomo, sono più compiute.

In quel luogo io trovo, che l'altezza verticale delle nuvole tempestose il 2 luglio, era di 3340 metri.

(Il term. segnava + 21° centigr.)

Il 13 luglio, Chappe trovò 3470 metri. Due osservazioni fatte a Berlino dal celebre Lambert, il 25 maggio e'l 17 giugno 1773, danno per l'altezza delle nuvole tempestose:

La prima osservazione . . . 1900 metri.
La seconda » 1600

Queste determinazioni non sono abbastanza numerose, perchè si debba prendere ardimento a dedurne generali conclusioni. Intanto è ben da notare, che la più grande altezza delle nuvole tempestose, che finora si è potuta ottenere, appartiene ad un paese di pianura, e, se de l'Isle non si è ingannato, essa è quasi il doppio della più grande altezza delle tempeste sulle alpi. Del resto le osservazioni di questa specie sono facilis-

sime ; le occasioni di farle assai frequenti ; tutto ci fa dunque sperare che, debitamente avvertiti una volta gli astronomi e i meteorologisti, s' ingegneranno di riempire la lacuna che io ho dovuto loro indicare.

Io mi sono quì ristretto a notare le più grandi altezze, in cui han principio le tempeste. Disgraziatamente io non troverei maggiori documenti, se volessi entrare nella quistione delle altezze ordinarie.

Le osservazioni di de l' Isle, non essendo mai accompagnate, come ho detto, da una determinazione dell' altezza angolare de' lampi, non possono darci che semplici limiti.

Ecco le minori altezze.

	metri d' altezza verticale
In maggio, una tempesta a Parigi era ad un' altezza minore di	2400
In giugno un' altra di	1000
Il 2 luglio una terza di	1400
Il 21 dello stesso mese di	1400

Dalle osservazioni di de l'Isle io non veggo alcun mezzo come dedurre limiti inferiori a quelli che io ho testè riferiti.

Il Gentil, che per qualche tempo ebbe stanza nell' isola di Francia, a Pondichèry e a Manilla, assicura, dopo le sue proprie osservazioni, che sopra questi tre punti di regioni equinoziali, lo strato inferiore delle nuvole, nelle quali s' ingenerano le *tempeste ordinarie*, non hamai più di 900 metri di elevazione verticale. Ciò non ostante, per un' eccezione, il 28 ottobre 1769, a Pon-

dichèry, la sede della tempesta si trovava ad un altezza maggiore di 3300 metri.

Le osservazioni di Tobolsk danno:

Un caso in cui la nuvola tempestosa avea un'altezza verticale di	214 metri
Un secondo	292
Sei casi le cui altezze corrispondenti erano comprese tra.	400 e 600 m.
Tre casi in cui le nuvole si trovavano tra.	600 e 800
Cinque casi infine con altezze superiori ad	800 m.

Io non ho quì raccolto tanti numeri per una vana curiosità. Si vedrà poi il luogo ch' essi prenderanno nella discussione di certe quistioni essenziali e molto controverse fra' fisici: essi ci serviranno ad esaminare se il fulmine scende sempre dalle nuvole verso terra, o pure se qualche volta dalla terra sale verso le nuvole.

§. IV.

Delle differenti specie di lampi.

I fenomeni di luce, che si manifestano nelle tempeste (i lampi), hanno certe forme molto dissimili, ed alcune proprietà alquanto diverse; e però mi è sembrato necessario di farne più classi.

La prima classe comprende certi lampi, che tutto il mondo ha dovuto osservare, e che pare che consistano in un *solco* di luce *ristrettissimo, minutissimo.*

Questi lampi non sono nè sempre bianchi, nè sempre dello stesso colore. I meteorologisti affermano averne veduti de' porporini, de' violacei, de' turchinicci. (1)

Non ostante la loro incredibile rapidità essi non si propagano in linea retta. Per contrario essi serpeggiano ordinariamente, e *segnano nell' aria* i zig-zag più spiccati. (2)

Io ho letto in qualche luogo, ma in questo momento non ricordo dove, che dei lampi, di seguito a molti zig-zag, dopo essersi in certo modo ripiegati sopra sè stessi, ritornarono verso la regione donde si erano prima partiti. (3) Ciò che

---

(1) Coloro che a prima giunta troveranno queste osservazioni assai minuziose, io spero che muteranno opinione quando avremo stabilito, che le nuvole sopra notate son legate allo stato dell' aria, in mezzo alla quale i lampi hanno avuto principio; quando diverrà evidente, che il notar semplicemente il colore potrà in taluni casi valer bene molte osservazioni meteorologiche che saran fatte nella regione delle nuvole.

(2) Howard ha veduto altri lampi che, dopo avere terminato quasi compiutamente il loro corso discendente, tornavano sul loro cammino, percorrevano in questo movimento retrogrado di basso in alto, il terzo, la metà stessa dello spazio compreso tra le nuvole e 'l Sole; quivi si ripiegavano di nuovo e andavano a colpire qualche oggetto terrestre. Io non ho posto questa citazione nel testo, perchè il saggio meteorologista inglese parla della lentezza con cui questi diversi movimenti si eseguono, mentre una estrema rapidità è la qualità propria de' lampi della prima classe.

(3) Non potrebbe alcuno a buon dritto sostenere, che gli antichi aveano essi pure osservato gli straordinarii inconcepibili movimenti retrogradi del fulmine, dopo aver letto, nel lib. II dell' Istoria naturale di Plinio, queste poche parole. « Nulla di » più importante che l' osservare da quali regioni vengono i

non è che una rarissima eccezione nelle tempeste ordinarie, si manifesta frequentemente, per contrario, in mezzo alle nuvole vulcaniche. Queste parole di Sorrentino sull' eruzione del vesuvio del 1707 ne possono far testimonianza.

» Gli abitanti, nell' oscurità più profonda, si
» trovavano in mezzo alle saette. I lampi, che u-
» scivano dalla fornace del vesuvio, non oltre-
» passavano nel loro corso la punta di Pausilippo,
» e quivi pure si arrestava la nuvola di cenere.
» Quivi si ripiegavano e tornavano per la stessa
» via a dar nella fornace dond' essi erano usciti.

Il sig. William Hamilton si esprime con ugual chiarezza: « Questi lampi vulcanici (quelli del-
» l' eruzione del Vesuvio del 1779) abbandona-
» vano rarissimamente la nera nuvola di cenere
» che si muoveva inverso la Città di Napoli, e pa-
» reva la minacciassero di una totale distruzione:
» essi tornavano verso il cratere del vulcano, e si
» ricongiugnevano alla colonna ascendente di
» fuoco, donde in origine si eran veduti uscire.
» Una o due volte soltanto, questi lampi (o *fe-
» rilli* come li chiamano i Napolitani) caddero
» sulla montagna di Somma, e posero fuoco a
» certi cespugli ed erbaggi secchi. »

Accade non di rado che i lampi, di cui ora ci occupiamo, si slancino da un gruppo di nuvole sopra d' un altro gruppo. Non pertanto il loro

---

» fulmini, e verso quali regioni essi ritornino. Il loro ritorno
» verso le parti orientali è un felice augurio. » Quando essi vengono da questa prima parte del Cielo, e quivi ritornano, questo è presagio di una grande felicità.

cammino più ordinario è dalle nuvole verso la terra.

In quest' ultimo caso si è creduto vedere l' estremità inferiore del solco di luce sotto la forma di un dardo. Una cosa assai meno dubbia è per certo, che questi lampi si biforcano, e si dividono pure in tre rami: così dalla nuvola parte un semplice tratto di luce; dopo aver percorso un certo spazio diventa due o tre perfettamente distinti.

Il loro allontanamento angolare è considerevole, ed essi toccano alcuni punti della terra molto lontani tra loro.

L' abate Richard (l' autore dell' Istoria naturale dell' *aria e delle meteore*) mi porge un esempio evidente d' una gran biforcazione. Egli stesso vide un solco luminoso, unico nel partire dalla nuvola, dividersi in due ad una certa distanza dalla terra, e ciascuna metà andare a colpire un oggetto diverso e lontano.

Quando conviene dir la propria opinione sulla forma de' fenomeni accidentali, e che durano così breve tempo, come un lampo della prima specie, è buona ventura il poter citare degli osservatori come Nicholson. Onde da una nota di questo celebre fisico, gittata, senza il nome dell' autore, in un luogo oscuro di un giornale, io farò di trarre alcune parole preziose, che ho trovate con tanto maggior piacere in quanto che il titolo della nota me le facea meno sperare.

» Il 19 giugno 1781, una violenta tempesta
» passò sull' estremità occidentale di Londra. Io
» era allora a Battersca, ed osservai che i lampi,

» accompagnati per altro da scoppi notabilissimi
» e distintissimi, furono in molti casi biforcati
» nella loro estremità inferiore, nommai in quel-
» la di sopra. »

Se i casi di biforcazione non sono comuni, potrà vedersi quanto debba essere cosa rara la divisione di un lampo unico in tre lampi distinti. Io avea creduto potere affermare (p. 30) che questa trisezione avviene qualche volta per ciò che io trovava nella relazione di una tempesta publicata da William Borlare. Le parole, a cui io m'appoggiava, mancavano forse di precisione; ma da un' altra parte aveano il pregio di essere state dette da un osservatore, il quale non avea alcun sistema a far prevalere, e, ciò ch' è più, dava la sua osservazione senza valutarne l' importanza.

Checche ne sia io desiderava trovare un secondo esempio di un lampo diviso in tre rami, contro del quale non fosse possibile di fare alcuna obbiezione. Ed è da notare che io sono stato obligato di ricorrere alle nuvole vulcaniche per rinvenirlo. Dall' opere dell' Abate Ferraro io ricavo, che il 18 giugno 1763, si formò sul fianco meridionale dell'Etna, e a qualche distanza dalla sommità, un certo numero di aperture, donde uscivano immensi globi di un fumo nero mischiato con cenere e polvere accesa. Ebbene; queste nuvole erano continuamente traversate da lampi a tre punte (*da tricuspidali balenazioni*).

Uno de'miei amici, che io avea pregato di cercare nella meteorologia alemanna di M. Kamtz qualche citazione che potesse essere utilmente aggiunta alle due precedenti, mi annunzia, ora

che sono nel punto di mandare ai torchi questa mia memoria, che quest' eccellente osservatore assicura aver veduto egli stesso una volta, ma una volta in tutta la sua vita, un lampo dividersi in tre.

Io ho lasciato da parte tutt' i luoghi ne' quali gli antichi poeti parlano di fulmini a tre punte, e quì ho registrato soltanto la duplice e la triplice divisione de' lampi che i fisici han potuto affermare con l' aiuto de' loro occhi. Ei mi sarebbe facile andare più oltre, e trovare alcune divisioni in quattro, in cinque, in dieci, ec., se volessi trarre indizio dagli effetti che i lampi producono giugnendo in terra. Io citerei, per esempio, l'esame accurato fatto da' Griffith sulla tempesta che il 3 giugno 1765, fece molto grandi guasti nel Collegio di Pembroke a Oxford; poichè pare che risulti di quì, che il fulmine avea, al tempo stesso, penetrato nel Collegio per quattro punti differenti e molto lontani gli uni dagli altri. Io insisterei particolarmente su' particolari di una tempesta che, in aprile 1718, devastò i dintorni di Landernau e di Saint-Pol di Leone; ricorderei che ventiquattro chiese furono fulminate, sebbene non si fossero uditi che tre colpi di tuono distinti; ma ora io lascio le considerazioni più o meno congetturali, più o meno soggette a difficoltà, e mi tengo, io lo ripeto, stretto ai fenomeni, che si sono manifestati con una separazione evidente e visibile, di un solco di luce in più solchi distinti.

I lampi della nostra prima classe sono contrasegnati in Italia con un nome particolare, e son chiamati *saette*. Seguendo un' opinione comunis-

sima tra noi, così tra' fisici come nella massa del popolo, questi lampi sarebbero principalmente, se non esclusivamente, le *saette*, *i lampi ristretti*, i lampi a solco, a zig-zág, che porterebbero con loro l'incendio e la distruzione; questi lampi, in una parola, costituerebbero il *fulmine* propriamente detto. (1)

Veniamo ora ai lampi della seconda classe. La luce di questi lampi, in luogo di essere concentrata ne' solchi sinuosi quasi senza larghezza apparente, abbraccia, per contrario, superficie immense. Essa però non ha nè la bianchezza, nè la vivacità della luce de' lampi fulminanti. Spesse volte la sua tinta è *rossa* molto *carica*. Il cilestro o il violetto vi si veggono pure a quando a quando.

Quando accade che un lampo della seconda classe è solcato da un lampo a zig-zag della prima, la differenza de' loro colori diviene manifesta agli occhi meno esercitati.

I lampi della *seconda classe* pare qualchevolta che non illuminino i contorni delle nuvole dond' essi partono. Talora la loro viva luce abbraccia tutta l'estensione della superficie di queste stesse nuvole, e di più pare ch' esca di dentro a loro. Per vero si direbbe allora che le nuvole si aprono: queste sono le espressioni popolari, ed

---

(1) Seneca avea già accennata la distinzione che i suoi contemporanei poneano tra il lampo e 'l fulmine. Il lampo, ei diceva, è il fulmine che non scende in fino a terra; per contrario il fulmine è il lampo che giugne a toccarla » (Quest. nat., liv. 2. §. 21).

io ne cercherei invano un'altra che meglio dipingesse il fenomeno.

Le descrizioni sono sempre mezzi imperfettissimi di particolarizzare i fenomeni meteorologici. Pure aggiugnerò, in favore de' lettori a cui le particolarità precedenti non basteranno, che questi lampi della seconda classe, de' quali noi testè ci siamo occupati, sono le più comuni. Molte persone non hanno mai veduto, o, almeno, non hanno mai osservato se non questi. Nel tempo di una tempesta ordinaria ne sorgono a migliaia, contro un lampo ristretto e sinuoso della prima classe.

Se vuolsi che ogni luce atmosferica, la cui apparizione sia conforme alle manifestazioni del fulmine, porti il nome di *lampo*, allora inevitabilmente dovranno riunirsi alcuni di questi fenomeni in una classe del tutto distinta dalle due che ora ci hanno occupato.

I *lampi della terza classe* differiscono, in effetti, da quelli che abbiamo dovuto porre nelle due prime, quanto alla durata, alla velocità e pure quanto alla forma. Tutto il mondo ha osservato che il *lampo lineare* a zig-zag distintamente disegnati e 'l lampo superficiale a contorni mal definiti non durano che un istante. Alcune osservazioni, che noi esamineremo di quì a poco, mostreranno quanto sia breve questa durata.

Esse ci daranno così piccole frazioni di un secondo, che si resterà stordito.

I lampi della *terza classe*, per contrario, sono visibili per uno, due, dieci ec. secondi di tempo. Essi passano dalle nuvole alla terra con alquanta

lentezza, per modo che l'occhio può distintamente seguitare il loro cammino e determinare la loro velocità. Gli spazi ch'essi abbracciano, sono *circoscritti*, *distinti*, *determinati* e di una forma che dee poco differire da quella della sfera, perchè di lontano, o in projezione, questi spazi sembrano tanti cerchi di luce.

La forma sferica che io ho data a certi lampi o, se vuolsi meglio, a certe masse luminose, e quali, in certe ore di tempesta, traversano in diverse direzioni e con velocità più o meno grandi, lo spazio compreso tra le nuvole e la terra, appariva rarissimamente allo sguardo degli osservatori, per modo che io non posso lasciare quì di citarne alcuni casi. E non temerò di moltiplicar questo numero, se oggi questi *globi di fuoco* sono un grave ostacolo per i meteorologisti teoretici di buona fede, e se a me pare ch'essi debbano spiegare come certe volte, per vero rarissime, de' buoni parafulmini sono stati inutili.

Prima di andare oltre, io risponderò ad un'obbiezione che mi si potrebbe levar contro da coloro (e il numero è grande) i quali accettano un fatto quando è possibile ch' esso sia rannodato alle teoriche conosciute. L'obbiezione è la seguente: Questi globi di fuoco, che voi quì notate, hanno avuto essi un' esistenza reale? La forma che loro viene data sarebbe forse effetto di un illusione ottica? Un lampo della prima classe, supposto cilindrico, s'è indirizzato esattamente verso l'occhio di un osservatore, non deve forse parergli di forma circolare, o al manco della forma di un globo?

Quest' obbiezione avrebbe qualche peso, se la forma sferoidale non si fosse manifestata che a coloro i quali, trovandosi *esattamente* sul cammino del lampo, doveano esserne colpiti. Ma un osservatore posto fuori del cammino del lampo; un osservatore che lo scorge di traverso, e e lo vede cadere sopra una casa vicina o lontana, non può dargli la forma di un globo se non è di fatti tale. Queste ultime circostanze di posizione, si sono quasi sempre unite negli esempli che seguono. L' obbiezione non merita dunque che noi ce ne occupiamo di vantaggio.

Deslandes raccolse con infinita cura, per l'accademia, tutto ciò che si era osservato nella Brettagna, in tutto il tempo della famosa tempesta della notte del 14 al 15 aprile 1718. A Covesnon, vicino Brest, sugli avanzi stessi di una Chiesa del tutto distrutta, si fu di accordo che tutta quella rovina era stata cagionata da *tre globi di fuoco*, di tre piedi e mezzo di diametro ciascuno, i quali, essendosi riuniti, aveano preso la loro direzione inverso la Chiesa, con un corso rapidissimo.

In marzo 1720, in una tempesta violentissima, un *globo di fuoco* cadde a terra vicino Horn; e dopo essere rimbalzato giunse a colpire la cima di una torre e vi pose del fuoco.

Il 3 luglio 1725, essendosi scaricata una tempesta sul territorio di Aynho, nel Northamptonshire, il fulmine uccise un pastore e cinque montoni. Nel più forte della burrasca, il reverendo Sos. Wasse vide un *globo di fuoco* grosso come la luna, ed udì il fischio che produceva nell' atmo-

sfera passando sopra il suo giardino. Un' altra persona, posta in un campo aperto, scorse nel tempo della medesima tempesta un *globo* di *fuoco*, grosso come la testa di un uomo, che si divise in quattro parti presso la Chiesa.

Un colpo di fulmine danneggiò grandemente una casa di Darking (Surrey), il 16 luglio 1750. Tutt' i testimoni di questo avvenimento dissero, ch' essi avean veduto in aria certe *grosse bolle di fuoco* (large balls of fire) intorno alla casa fulminata. Giugnendo a terra o sul tetto della casa, queste *bolle* si divisero in un numero prodigioso di parti che si dispersero per ogni verso.

Nella descrizione di una tempesta, che in decembre 1752 produsse molti danni vicino Ludgvans (Cornouailles), Borlase disse che furon vedute, a più intervalli, delle *bolle* di *fuoco* perfettamente distinte, cadere dalle nuvole inverso la terra.

In gennaio 1770, il fulmine cadde sulla torre di Schemnitz (Hongrie). Esso avea la forma di un globo e la grossezza di una botte.

Nell' isola di Francia, in una sera dell' anno 1770, le nuvole, come poteva giudicarsene dalle montagne del porto, scesero fino alla piccola altezza di 400 metri. La pioggia fu abbondantissi-
» ma. Lampeggiava molto, ma i lampi, come di-
» ce l'accademico Le Gentil, in luogo di rasso-
» migliare ai lampi ordinarj, non erano altra co-
» sa che grossissimi globi di fuoco che appariva-
» no subitamente e disparivano in ugual modo
» senza alcuno scoppio. »

Il 20 giugno 1772, mentre una pioggia tem-

pestosa cadeva sulla parocchia di Steeple-Aston (Wiltshire), fu visto un *globo di fuoco oscillare* nell'aria sopra il villaggio per lunghissimo tempo, e poi cadere verticalmente sulle case, nelle quali produsse molti danni.

Ei sarebbe difficile potere citare una migliore testimonianza di quella che io arrecherò in mezzo al mio proposito, quanto ad un fenomeno osservato il 1.° marzo 1774, presso Wakefield, e che mi pare dover essere allogato tra quelli dei quali quì ci occupiamo.

Dopo una terribile tempesta, quando nel cielo non erano rimaste che due nuvole poco elevate sopra l' orizzonte, Nicholson vedeva ad ogn' istante delle *meteore*, simili a quelle che si chiamano *stelle filanti*, scendere dalla nuvola superiore all' altra inferiore.

In settembre 1780, James Adair, di East-Bourn (Sussex), prima che il fulmine lo colpisse ed uccidesse due servi suoi, avea veduto molti *globi di fuoco* (several balls of fire) cadere da una grossa nuvola nera nel mare.

Il fulmine che il 18 agosto 1792 cadde sulla casa del signor Haller, a Villers-la-Garenne, avea traversato il villaggio sotto la forma di un globo di fuoco.

Il 14 febbraio 1809, il vascello di linea, il Warren Hastings, che pochi giorni innanzi era stato posto nel mare a Portsmouth, fu fulminato tre volte in brevissimo tempo. Ciascuna volta il fulmine si diresse inverso gli alberi della nave, sotto la forma di un *globo di fuoco*.

Io lessi, nell'opera d'Howard sul clima di

Londra, che in aprile 1814, un *globo di fuoco* si spiccò, a Cheltenham, da certe nuvole tempestose e cadde in un mucchio di fieno e l'attraversò da una parte all'altra.

Alcuni *globi luminosi* poi si mostrano più frequentemente nelle tempeste vulcaniche che nelle ordinarie. Nel tempo dell'eruzioni del Vesuvio del 1779 e 1794, Hamilton ed altri osservatori ne videro replicatamente certi ch'erano considerabilissimi, i quali dopo essersi sprigionati dalle nuvole di cenere, brillavano in aria siccome le bombe de' nostri fuochi di artifizio, in mezzo alle quali si pongono de' razzi di fuoco. Le fiamme che questi globi gittavano per tutt' i versi, nel momento del loro scoppio, si moveano sempre a zig-zag.

Alle masse globolari luminose, perfettamente distinte sopra tutta la circonferenza, io posso aggiugnere quelle altre, le quali, lasciando nel loro cammino certe particelle accese, hanno qualche somiglianza co' fusi pieni de' nostri fuochi d'artifizio.

Così Schübler, il cui nome è tanto ben conosciuto da' meteorologisti, fa cenno di certi lampi, osservati da lui medesimo, i quali aveano l'apparenza di una corrente di fuoco grossa come il braccio, terminata da un globo più largo e più brillante.

Son fatto certo che Kamtz ha veduto diverse volte lo stesso fenomeno (1).

---

(1) Il professore Muncke apporta, che un lampo, scendendo verticalmente, con una lunghezza, come appariva, di 60

Le citazioni, che abbiamo quì fatte, appartengono tutte a fenomeni osservati in aere aperto, e potrebbero essere di un numero assai maggiore se io volessi seguitare il fulmine fino negli edifizj; perocchè allora suole prendere più ordinariamente la forma di un globo di luce. Qui ci limiteremo non pertanto, ad alcuni fatti, la cui esistenza non pare che possa mettersi in dubbio.

Un poco dopo l' entrata di Filippo V a Madrid, cadde il fulmine sul palazzo reale. Le persone riunite in quel momento nella chiesetta del re, videro entrarvi due globi di fuoco. Uno di questi globi si suddivise in molti altri, i quali, prima di disperdersi, rimbalzarono replicatamente siccome palle elastiche.

Il 7 ottobre 1711, un voluminoso *globo* di *fuoco*, nel tempo di una tempesta cadde in mezzo agli abitanti di Sampford-Courtney (Devonshire), i quali erano sotto il portico della Chiesa. Al tempo stesso quattro globi simili, ma grossi come il pugno, brillavano in quella chiesa, e la riempivano di fuoco e di un fumo solforoso. Una delle cime del campanile fu rasa dallo stesso colpo.

Il giorno stesso (1772) in cui, nel tempo di una tempesta, si osservava al disopra di Steeple-Aston il globo di *fuoco* oscillante, di cui abbiamo discorso avanti, i signori Wainhouse e Pitcairn, che si trovavano in un lato del presbiterio,

---

metri, si trasformò sotto i suoi occhi in un gran numero di piccoli globi.

videro ad un colpo apparire alla loro altezza, e alla distanza circa di un piede, un *globo* di *fuoco* della grossezza di un pugno. Questo globo era circondato di un fumo nero. E lampeggiando fece un rumore come quello di un gran numero di cannoni che si movessero ad una volta. Un vapore fortemente solforoso si sparse tosto in tutta la casa: Pitcairn era pericolosamente ferito. Il suo corpo, gli abiti, le scarpe, l'oriuolo presentavano tutt'i segni che lascia un colpo di fulmine ordinario. Certe luci di differenti colori riempivano quella casa ed aveano i più vivi movimenti d'oscillazione.

(Debbo dire, sebbene sia un fatto poco importante per l'obbietto di questo capitolo, che Pitcairn pretese di aver veduto quel *globo* di *fuoco*, uno o due secondi dopo ch'egli si era sentito fulminato).

Lo scultore Solokoff, disse, che il lampo che uccise il fisico Richman, nel 1752, avea la forma di un globo.

Nel 1809, il fulmine s'introdusse per il fumaiuolo nella casa di David Sutton, a Newcastle-sur-Tyne. Dopo lo scoppio molte persone videro a terra, e alla porta stessa del salone, dove si erano riunite, un *globo* di *fuoco* immobile; questo globo giunse fino alla metà del salone e si divise in molti frammenti, i quali fecero pure uno scoppio come le stelle di un fuso pieno di fuochi d'artifizio.

Cercando appresso la spiegazione della forma sferoidale, che la materia del fulmine prende in alcuni casi, noi avremo probabilmente a di-

mandarci, se ciò accade mai sul mare. Per rispondere da prima a questa quistione, dirò che il 13 luglio 1798, la nave Good Hope della compagnia delle Indie, trovandosi a 35° 40' di latitudine astruale, e 42° di longitudine orientale, fu colpita da un lampo globolare (lightning of globular form) che produsse uno scoppio violentissimo, ed uccise un marinaio e ne ferì gravemente un altro.

§. V.

I lampi si distaccano qualche volta dalle nuvole dalla loro parte superiore, e si propagano nell'atmosfera da basso in alto.

Vi ha nella Stiria una montagna altissima, che si appella Monte *Santa-Orsola*, e sulla cima di esso è stata costruita una chiesa. Gio: Battista Werloschnigg, medico, che visitava questa chiesa il primo maggio 1700, vide formarsi verso la metà dell'altezza della montagna certe nuvole densissime e nerissime, che furono tosto come il centro di una gran tempesta.

Alla sommità il Cielo continuò ad essere serenissimo; il sole quivi brillava vivissimamente. Ognuno dunque poteva tenersi sicuro nella chiesa, e intanto il fulmine che si è distaccato dalla nuvola inferiore, uccise sette persone ch'erano ai fianchi del dottore Werloschnigg.

§. VI.

Qual' è la durata di un lampo della prima o della seconda classe?

Questa quistione ha maggiore importanza di quello che non s'immaginerebbe a prima giunta. La sua soluzione, al tutto nuova, riposa sopra alcune considerazioni dilicatissime. Esse in parte sono tolte da un giuoco di fanciulli, e voglio dire da questa esperienza che ognuno ha fatta, o ha veduto fare, e che consiste a produrre un *nastro continuo* di *luce*, col rapido movimento di un piccolo carbone acceso.

Supponiamo che il carbone descriva una circonferenza di cerchio, e che a fare tutto il giro spenda soltanto un decimo di secondo. Allora, come l'esperienza ha dimostrato, si vede una circonferenza di luce, nella quale l'occhio il più attento non discopre alcuna lacuna, alcuna discontinuità. Si direbbe che il carbone occupa al tempo stesso tutt'i punti della curva, e intanto questi punti li segna nel suo cammino l'uno dopo l'altro; e passa un decimo di secondo tra il momento nel quale abbandona uno di questi e'l momento in cui vi ritorna.

Da questa esperienza viene una conseguenza importantissima; la quale diverrà evidente se vuolsi per un istante fissar l'attenzione sopra un solo punto, sul punto il più elevato, per esempio, della circonferenzadi cerchio che il carbone percorre.

Allorchè il carbone acceso occupa questo punto il più elevato, i raggi di luce, che si spiccano di là, formano la sua immagine nell'occhio dell'osservatore, sopra una certa parte della retina. Quando il carbone vi ritorna, questa immagine dee ugualmente rinnovarsi; e ciò avviene perchè il carbone si vede sempre nella sua vera posizione. La prima immagine parrebbe dovere svanire tosto che il carbone, che l'ha prodotta, se non è sparito, ha non pertanto mutato luogo: ciò non ostante il carbone ha il tempo di fare un intero giro, di tornare alla sua prima situazione, di riprodurre nell'occhio l'immagine del punto il più elevato della curva, prima che sparisca la sensazione prodotta nel suo primo passaggio per il medesimo punto.

Le impressioni che noi riceviamo per la vista hanno dunque una certa durata. L'occhio umano è formato in modo, che una *sensazione luminosa* non *svanisce* che per lo meno *un decimo* di *secondo* dopo ch'è *disparito conpiutamente* l'*oggetto* che l'*ha prodotta*.

Noi abbiamo ora riconosciuto che un punto raggiante, il quale non ispende che un decimo di secondo a fare un giro intero, dà origine, per il nostro occhio, ad una circonferenza di cerchio, ch'è luminosa in tutto il suo contorno. Egli è evidente che se due, tre, dieci, cento punti raggianti posti in linea retta, gli uni dopo gli altri, tra il primo punto e il centro di rotazione, girano al tempo stesso con la stessa velocità, essi daranno origine a due, a tre, a dieci, a cento circonferenze di cerchio luminose

e concentriche. In fine ognuno comprenderà che se questi diversi punti raggianti mobili sono vicini, s'essi si toccano, se sono numerosissimi per formare nello stato di riposo una linea di luce continua tra il primo punto e il centro di rotazione, le circonferenze ch'essi produrranno girando si toccheranno pure; ed alle due, tre, dieci, cento circonferenze di cerchio *separate* della precedente esperienza, succederà una *superficie circolare interamente illuminata.*

Da questa esperienza, come ognun vede, deriva lo stesso che da quelle che noi facevamo con punti isolati: *una linea* luminosa, che gira intorno ad una delle sue estremità, produce una *superficie* di *luce circolare*, allorchè ritorna a ciascuna delle sue posizioni successive, prima che fosse cancellata ciascuna di quelle immagini che essa avea prodotte nell'occhio nel tempo della sua prima rivoluzione, cioè quando la linea descrive la circonferenza intiera in un decimo di secondo.

In luogo di una sola linea luminosa mobile, supponiamo ora che ve ne sieno quattro, tutte simili, quanto all'intensità, situate ad angoli retti tra loro, in modo che la circonferenza resti divisa in quattro parti uguali. La velocità di rotazione dell'apparecchio non avrà più bisogno che sia il giro compiuto in un decimo di secondo; una velocità *quattro volte minore*, quattro decimi di secondo basteranno perchè sia prodotta la superficie circolare e sia tutta luminosa.

Ora dimandiamo: che bisogna per questa continuità di splendore? Bisogna che ogni punto del-

cerchio non sia privo di *luce reale* per $\frac{1}{10}$ di secondo. Ebbene; fermiamoci col pensiero al momento in cui una delle quattro linee luminose è verticale. La linea che la segue diverrà verticale a suo luogo nel quarto del tempo che consuma un'intera rivoluzione, nel quarto di $\frac{4}{10}$, o in $\frac{1}{10}$ di secondo. La terza linea che gira succederà pure alla seconda nella verticale, dopo un decimo di secondo, ec. ec. Così quando nell'occhio va dileguandosi l'immagine verticale della prima linea, la seconda delle quattro linee luminose rettangolari dell'apparecchio viene a tenerne il luogo; allorchè l'*immagine* verticale di questa seconda linea giugne al termine della sua durata, la terza linea ne occupa il *luogo*; la quarta linea, alla volta sua, si trova nella verticale, allorchè l'immagine della terza comincia a sparire; infine la prima linea va a riprendere la sua posizione a quel punto dove noi l'avevamo supposta, per r empire di sua luce la verticale, che il disparire dell'immagine della quarta linea avrebbe lasciata oscura.

Io ho mostrato, forse con molti particolari, come quattro linee luminose, situate ad angoli retti e descrivendo un cerchio intorno al punto di loro intersezione in $\frac{4}{10}$ di secondo, illuminano di una luce apparentemente continua il raggio verticale di questo cerchio. Tutto il mondo osserverà che gli stessi ragionamenti si sarebbero applicati ad un raggio orizzontale o ad un raggio

inclinato: il modo come si producono le superficie luminose, per la rotazione di semplici linee, è dunque abbastanza spiegato.

Ricapitolando queste cose diremo: Una linea luminosa produce apparentemente una superficie circolare di luce, *tutte le volte ch' essa gira prestamente intorno ad una delle sue estremità, per descrivere la circonferenza intera in un decimo* di *secondo di tempo.*

Questo è un fatto legato alla conformazione, alla sensibilità dell' occhio umano. Le cose sono così ed avrebbero potuto essere diversamente: la sola esperienza doveva far conoscere la verità.

Stabilita una volta la verità sperimentale; un *decimo* di *secondo* per compiere un giro, essendo, nella rotazione di una linea, la minore velocità indispensabile per produrre un' aia circolare di luce continua, ne risulta necessariamente, matematicamante, che le minori velocità di rotazione con le quali 10, 100, 200 linee, egualmente distanti tra loro, produrranno lo stesso effetto intorno alla loro comune intersezione, saranno 10 volte, 100 volte, 200 volte minori che nel caso di una linea unica, vale a dire ch' esse corrisponderanno ad un secondo, a 10 o a 20 secondi per un giro intero.

Nei nostri ragionamenti alcuna cosa non importa che le linee che girano debbano brillare di una luce propria. Dobbiamo dunque farci ad osservare alcuni fenomeni corrispondenti, sia che si facciano girare delle linee luminose di per sè stesse, o linee che sieno luminose per riflessione; in questo ultimo caso però bisogna che le linee

sieno di tale natura, di tal forma, e così disposte relativamente alla luce rischiaratrice, che l' occhio possa *ugualmente* percepirle in tutte le posizioni ch' esse possono prendere girando. Tali sarebbero, per esempio, i *raggi spianati* e non *lisci* di una ruota di argento massiccio, *i raggi spianati e non lisci* di una ruota di qualunque natura essa fosse, coperti di uno strato di bianco di cerussa, ec., gli uni e gli altri illuminati di faccia, per riverbero, da una lampada a doppia corrente di aria, o pure da una semplice candela. I raggi non essendo lisci, non potrebbero servire come di specchio in alcuna delle loro posizioni. Con questa sorta di luce si vedrebbe solo che i corpi illuminati si essimilano per restituircela in *tutt' i sensi*, o nello stato di luce diffusa: il vermiglio con una tinta spiccata; l' ottone con un miscuglio giallo chiaro; l' argento massiccio e il bianco di cerussa, con una bianchezza perfetta, ec. Un raggio di argento massiccio, girando intorno ad una delle sue estremità in $\frac{1}{10}$ di secondo, produrrà una superficie circolare bianca; 4, 10, 100 raggi della stessa materia, ugualmente distinti, producono lo stesso effetto, s' essi girano rispettivamente in $\frac{4}{10}$ di secondo, in un secondo, in 10 secondi.

Fermiamoci un momento a quest' ultimo caso; cioè a quello in cui 100 raggi minuti di metallo, formando tra loro angoli uguali, danno origine, quanto all' occhio, ad una superficie di luce circolare. Questo effetto comincia a manifestarsi

quando la velocità di rotazione è tale che un giro viene compiuto in 10 secondi. Una velocità minore non basterebbe; ma ogni velocità più grande, qualunque essa fosse, condurrebbe anche meglio, s' è possibile, allo stesso effetto.

Tra il numero infinito delle velocità più grandi di quella ch'è strettamente necessaria, acciocchè i raggi che girano compariscano come una superficie continua, facciamo una scelta; e ciò per fissar meglio le idee. Supponiamo che i nostri 100 raggi facciano un giro intero in $\frac{1}{10}$ di secondo, velocità facilissima ad ottenere. Ciascun raggio spenderà allora il centesimo di questa quantità in $\frac{1}{1000}$ di secondo, per andare da una qualunque delle sue posizioni a quella che occupa nel momento stesso il raggio precedente.

Ricordiamo bene questo numero (*un millesimo di secondo*), ed introduciamo nella nostra esperienza un' altra condizione. Supponiamo che la luce la quale illumina i 100 raggi della ruota che gira, che la luce, senza la quale questi raggi punto non si vedrebbero, non essendo luminosi di per sè stessi, non brilli di un modo continuo. Poniamo che girando sempre uniformemente nell'oscurità, con la velocità stabilita di $\frac{1}{10}$ di secondo per ogni giro, la ruota sia illuminata di una luce che non si mostra che un istante. Ebbene; la lunghezza di questo istante, la durata dell' apparenza di questa luce, è ciò che determina se la ruota illuminata apparirà sotto la forma di

una ruota vera, avendo dal centro alla circonferenza certi settori brillanti e certi settori oscuri, o pure sotto la forma di una superficie continua egualmente illuminata in tutte le parti.

Da prima supponiamo che la luce non colpisca la ruota che gira se non per un istante *infinitamente breve*. Questa luce non illuminerà i diversi raggi che in *una sola delle loro posizioni*. Ciascun raggio, sopra questa posizione unica e speciale, produrrà nell' occhio un' immagine, di cui noi abbiamo per esperienza fissato la durata ad $\frac{1}{10}$ di secondo. Dunque la ruota che gira sarà veduta per un decimo di secondo sotto la sua forma e come se fosse immobile.

Passiamo ad un'altra supposizione che io chiamerò *estrema*. Supponiamo che la luce illuminante sia *durata* $\frac{1}{1000}$ di secondo.

Un millesimo di secondo è, per ipotesi, il tempo che spende ciascun raggio per passare da una delle sue posizioni a quella che nel momento stesso occupa il raggio che lo precede.

In questo breve intervallo di tempo non vi sarà dunque nell' interno della ruota che gira, una sola *linea ideale* che vada dal centro alla circonferenza; non vi sarà un solo *raggio* (questo è il termine geometrico) il quale, alla volta sua, non venga occupato dall' uno o dall' altro de' raggi materiali; non vi sarà una di quelle mille e mille posizioni, dove i raggi non ricevano l' azione della luce rischiaratrice, dov'essi non debbano andare a formare un' immagine nell'occhio. Queste

immagini, si noti bene, durano $\frac{1}{10}$ di secondo, cioè un tempo cento volte maggiore di quello ch' è necessario perchè tutt'i raggi *geometrici* della ruota giungano a far pervenire una linea luminosa all' osservatore. Così, in un certo momento, tutte queste linee luminose, di cui ora discorriamo, si vedranno simultaneamente; così la ruota, quantunque sia parte illuminata e parte no, sembrerà una superficie continua, illuminata in tutt' i suoi punti.

Se ora si volessero applicare le stesse considerazioni al caso nel quale la durata della luce si trovasse minore del tempo necessario perchè ogni raggio si trasporti, girando intorno al centro della ruota, da una delle sue posizioni a quella che occupa nel momento stesso il raggio che lo precede, ognuno vedrebbe, senza difficoltà, quanto gli effetti dell' esperienza dovrebbero essere differenti. Poniamo per esempio, che la durata dell'apparizione della luce non giunga che alla metà della precedente, che essa non sia che di un *mezzo-millesimo di secondo.*

In un *mezzo-millesimo* di secondo, ciascun raggio materiale percorre solo la metà dell' intervallo angolare compreso tra una delle sue posizioni e la posizione simultanea del raggio che lo precede. Quando la luce si mostra, ciascun raggio mobile è illuminato in una delle sue posizioni: quando essa sparisce, ciascun raggio non è ancora pervenuto che alla metà del giro che dovea percorrere per raggiugnere la posizione del raggio precedente. Nell' istante *matematico* in

cui sorge la luce, tutt'i raggi comprendono tra loro certi settori. Ebbene; precisamente nella metà di ciascuno di questi settori niun raggio ha penetrato, in tutto il tempo assegnato per l'apparizione della luce.

Tutti questi spazi, vuoti di materia, non han potuto riflettere verso l'osservatore alcun raggio di luce; per conseguenza la ruota ha dovuto comparire come una serie di settori alternativamente oscuri e luminosi.

Coloro che non ignoravano, che la sensazione generata nell' occhio dall' azione di una luce qualunque dura un poco anche dopo che la luce sparisce realmente, non doveano troppo sperare una soluzione esatta della quistione posta a principio di questo lungo capitolo; e intanto, deffinitivamente, l' ostacolo apparente è divenuto esso stesso il mezzo d' investigazione; noi siam giunti ad operare sopra semplici *millesimi* di secondo, il meglio che far si potea co' mezzi abituali, e sopra secondi intieri. Che si rifletta un momento alle particolarità dell' esperienza, e la mia asserzione non parrà esagerata.

Io voglio sapere la durata di sciascun lampo di quelli che solcano il cielo in una notte oscura. In faccia alla regione dove esiste la tempesta, io fisso una ruota di metallo con cento raggi sottili. Un movimento da orologio le dà la velocità continua e regolare di 10 giri per un secondo di tempo, o di un giro intero per $\frac{1}{10}$ di secondo. Stabilisco il mio punto di osservazione tra la ruota e le nuvole tempestose, ed in modo che la

luce de' lampi possa giugnere liberamente alla ruota che gira. Questa ruota io non la veggo ordinariamente, perocchè, secondo l' ipotesi, tutto è nell' oscurità. Apparisce un lampo, e a quest' istante la ruota è illuminata; io debbo vederla, e la veggo, ma in condizioni diverse secondo la durata del lampo. Se il lampo ha brillato per un tempo infinitamente breve, la ruota si sarà mostrata per $\frac{1}{10}$ di secondo, come cento raggi luminosi, immobili, e della larghezza apparente de' raggi veri.

Il lampo ha durato $\frac{1}{1000}$ di secondo; ebbene, la ruota si sarà veduta *come un cerchio*, *pieno di luce dal centro alla circonferenza.*

Ad una durata del lampo di *un mezzo millesimo* di *secondo*, di *un terzo*, di *un quarto*, di *un quinto* ec. di *millesimo* di *secondo*, corrisponderanno delle apparenze circolari in cui si avrà rispettivamente, un *mezzo*, due *terzi*, tre *quarti*, *quattro quinti* della superficie totale *del cerchio*, compiutamente privi di luce.

Facendo sempre più e più grande la ruota che gira, la scala superficiale delle misure diverrà anche più estesa, e come si vorrà più notabile. Aggiungiamo, che variando la velocità di rotazione, si può far di manco di valutare ad occhio il rapporto della parte rischiarata alla parte oscura, che tutto può ridursi alla determinazione della velocità in virtù della quale il cerchio appariva intieramente illuminato. La velocità della ruota di un decimo di secondo per ogni giro, non dà

forse luogo ad un cerchio continuo di luce? Questa velocità si accresce gradatamente per modo che alla fine il cerchio apparisca continuo. Se questo effetto non comincia a verificarsi che al momento in cui la velocità della ruota è di un giro per un *mezzo*, *o per un terzo di decimo di secondo*, ciò sarà la pruova che il lampo non avrà avuto che la durata di un *mezzo* o di un *terzo* di *millesimo* di *secondo*; e così pure per tutti gli altri numeri che si potrebbero trovare.

Giunti al termine di questa lunga e minuta spiegazione, diciamo. che dopo avere moltiplicato, quant'era possibile, i raggi della ruota; che dopo avere noi ricorso alle più grandi velocità, che possono aversi sicuramente ed uniformemente dall uso delle incastrature, questa ruota, in certe ore di tempesta, ai lampi della prima o della seconda classe, non si è mai mostrata come una superficie continua; ed i suoi raggi si vedevano così nettamente e distintamente, come se la ruota fosse in riposo, e non pareano in alcun modo allargati. Noi ci rimarremo molto al di quà dell' ultima conseguenza, alla quale dovrebbe menarci questa esperienza, limitandoci a dire, che i lampi più brillanti, i più estesi della prima e della seconda classe, anche quelli che sembrano sviluppare il loro fuoco sopra tutta l' estensione dell' orizzonte visibile, non hanno una durata uguale alla *millesima parte di un secondo* di tempo. (1)

(1) Il signor Wheatstone, a cui dobbiamo le ingegnose esperienze, che noi sopra abbiamo esposte, è giunto con l' aiu-

§. VII.

V' ha delle nuvole tempestose le quali sieno luminose di una maniera continua?

Il carico che io ho tolto, cominciando a scrivere la *storia del fulmine*, di consultare tutte le memorie dove io supponeva che ci fosse quistione intorno a questa meteora, comunque oscure e spregevoli che potessero essere queste memorie, mi ha condotto a disotterrare un fatto, la cui importanza fa maraviglia come non sia stata meglio valutata. Questo fatto, indicato bene dal titolo di questo capitolo, è *l' emissione*, non interrotta, ma *l' emissione continua di luce alla superficie di certe nuvole*; questo fatto io lo trovo nettamente esposto in una memoria di Rozier, con la data de' 15 agosto 1781, ed in una memoria di Nicholson sotto la data de' 30 luglio 1797.

Il 15 agosto 1781, dopo il tramonto del sole, il Cielo, a Beziers, si coprì di nuvole; a 7 $^{\text{ore}}\frac{3}{4}$ cominciò il tuono a farsi sentire, ad 8ore 5min era perfettamente notte, e la tempesta già era dive-

to d' una modificazione importantissima del suo bell' apparecchio, a fermare che la scintilla elettrica delle nostre macchine, non dura la *milionesima parte* di un secondo. E dobbiamo vivamente desiderare che questi nuovi mezzi d' investigazione, sieno applicati con perseveranza allo studio de' lampi; perocchè potrebbero probabilmente trarsene grandi scoverte.

nula grave. « In questo momento, dice Rozier,
» esaminando la direzione e l'effetto de' lampi,
» io scorsi dietro il pendio della collina, che da
» un lato ponea termine all' orizzonte della mia
» casa, un punto luminoso . . . Questo punto
» luminoso acquistò poco a poco volume ed es-
» tensione; formò insensibilmente una zona, una
» *banda fosforica*, che si mostrava agli occhi
» miei ad un' altezza di tre piedi; e da ultimo
» formò un angolo di 60 gradi.

» Sopra questa prima zona luminosa se ne for-
» mò una seconda della stessa altezza, ma non
» avea che 30 gradi d' estensione, cioè la metà
» di quella della zona inferiore. Tra l' una e
» l' altra restò un vuoto, la cui altezza uguaglia-
» va quella di una delle due zone presa separa-
» tamente.

» Nell' una e nell' altra zona si notavano cer-
» te irregolarità, come sull' estremità di quelle
» grosse nuvole bianche, che precedono la tem-
» pesta. Quest' estremità non erano tutte *ugual-*
» *mente luminose*, quantunque il centro delle
» zone offrisse una *chiarezza uniforme*. Nel tem-
» po, in cui le zone si moveano verso l'est. . .
» il fulmine, in tre volte distinte, cadde dall'es-
» tremità della zona inferiore, ma senza produr-
» re scoppio notabile.

Le zone luminose non erano attaccate alla mas-
sa generale delle nuvole tempestose; esse erano
molto più vicino alla terra. » Questo fenomeno
» di luce apparve da $8^{ore}\ 5^{min}$ fino a $8^{ore}\ 17^{min}$,
» quasi per un quarto d' ora; » ad $8^{ore}\ 17^{min}$ un
colpo di vento australe allontanò la tempesta da
Beziers.

Ecco che dice Nicholson :

» Il 30 luglio 1797 io mi levai di letto a 5^{ore}
» del mattino. Il Cielo, tranne la parte meridio-
» nale, era allora coverto di nuvole densissime,
» che correvano con grande rapidità verso l' o-
» vest-sud-ovest. De' lampi si mostravano fre-
» quentemente al nord-ovest e al sud-ovest: do-
» po 11 o 12 secondi, essi eran seguiti da vio-
» lenti colpi di tuono. Le parti più basse, più
» mobili, più frastagliate delle nuvole, erano *co-*
» *stantemente tinte a rosso*, e conobbi che que-
» sta tinta avea una vivacità anche maggiore pri-
» ma che io avessi potuto osservarla. A 4^{ore} 1/4,
» in un momento di grande oscurità, si sarebbe
» detto ch' esse pareano come le case poste in
» faccia a quella dove dimoro, se si fossero ri-
» guardate a traverso d' un vetro azzurro di una
» tinta carica; levando gli occhi al cielo io vidi
» le nuvole di un turchino di piombo molto ca-
» rico. »

Queste due osservazioni, e particolarmente quella di Rozier, che non può dar luogo ed equivoco, pare che abbiano qualche analogia con una osservazione di Beccaria, che io raccomanderò pure agli osservatori, al manco come una congettura, o come obbietto di ricerca.

» Ei mi è accaduto spessissimo, dice il fisico
» di Torino, in alcune notti interamente oscure,
» particolarmente in inverno, di vedere certe nu-
» vole disperse ammassarsi e formare poi nel lo-
» ro insieme una nuvola generale, uniforme, a
» superficie unita, e di una densità in apparenza
» poco considerevole. Queste nuvole spandono

» in tutt' i sensi una luce rossastra, senza limiti
» determinati, e tale che io ho potuto leggere
» in libri di carattere mediocre. La luce nottur-
» na, che vien dalle nuvole, e che io sopratutto
» ho osservata nelle notti d' inverno, tra due
» piogge dirotte di neve . . . quanto a me, cre-
» do che derivi dalla materia del fulmine (fuoco
» elettrico); perocchè essa universalmente for-
» ma le nuvole generali, senza mobilità appa-
» rente. Questa materia che circola ne' vapori,
» e che dee essere alquanto considerevole, pe-
» rocchè essi non ne possono trasmettere, deve
» manifestarsi nello stato luminoso, come di-
» mostrano tante esperienze di gabinetto. Se esi-
» stono de' tratti di luce delicatissimi e frequen-
» tissimi, in tutt' i punti dove i vapori presenta-
» no alcune leggere variazioni di densità, do-
» vrebbe evidentemente risultarne un barlume
» generale senza limiti determinati. »

(Dell' Elettricismo terrestre atmosferico p. 288.)

Certe materie estranee, che si mescolano qualche volta con la nostra atmosfera, le comunicano la facoltà fosforescente ad un altissimo grado. Una memoria del sig. Verdeil, medico di Losanna, ci dice, per esempio, che la celebre *nebbia secca* del 1783 « la notte spandea una luce che
» facea vedere gli oggetti ad una certa distanza,
» e che si estendeva ugualmente sopra tutto l'o-
» rizzonte. Questa luce rassomigliava molto a
» quella della luna, allorchè, essendo piena, si
» nasconde dietro una densa nuvola, o quando
» il cielo è coverto.

La nebbia secca del 1783 era la sede, la cagione forse di frequenti tempeste. L' opera sì poco letta di De Luc, intitolata: *Idee sulla meteorologia*, ci mostra che certe nuvole possono divenire luminose, senza che si abbia molto dritto a cercarne la spiegazione ne' brevi lampi che spesso si rinnovano.

Ecco il luogo del fisico genovese:

» Tornando a casa mia a Londra, verso le 12
» ore di una sera d' inverno, mentre l' aria era
» serenissima senza essere molto fredda, e men-
» tre mancava del tutto il lume della luna, io
» vidi una piccola *nube luminosa*, che formava
» una zona di molti gradi di larghezza, e che si
» estendeva quasi da oriente ad occidente, pas-
» sando 30 o 40 gradi del zenit dal lato del sud,
» e traversando quasi l' orizzonte da una parte
» all' altra. Io abito molto vicino alla campagna;
» il perchè potei facilmente osservare questo fe-
» nomeno in tutta la sua estensione; e feci ciò
» dal momento in cui cominciai a scorgerlo sino
» alla fine.

» Questa specie di nuvola, brillante in tutta
» la sua estensione come una piccola nuvola da-
» vanti alla luna, nascondeva dapprima tutte le
» stelle. Poco a poco quella piccola nube comin-
» ciò a discernersi meglio, e le stelle comparvero
» negl' intervalli delle macchie; io le scorsi dopo
» nelle macchie stesse, che non rassomigliavano
» più che ad un velo, e finalmente, dopo 10
» minuti, si dissipò quasi per tutto al tempo stes-
» so. Certo quivi dovea esservi qualche *decom-*
» *posizione fosforica*; perchè donde sarebbe ve-

» nuta quella luce che partiva da tutta la nube ?
» Non per tanto non v'era il minor segno elet-
» trico, perocchè tutto era in riposo, tranne un
» picciolo movimento che si scorgea nell' insieme
» di questa zona. »

Allorchè si è considerata l' enorme debolezza che le nuvole fanno provare, in certi giorni d'inverno, alla *luce abbagliante del Sole*, si ha a maravigliare come dopo il tramonto di quest' astro, quando è notte, o pure nella mezzanotte, essendo il Cielo rimasto ugualmente coperto, faccia non pertanto molta luce per modo che ciascuno possa camminare e non trovar inciampo, in mezzo a molti ostacoli. Ei non mi pare affatto possibile che la luce, o meglio il barlume ch' è diffuso nell' aere, onde noi ci gioviamo tanto la notte quando il Cielo è tutto annuvolato, venga dalle stelle. Ma negata una volta quest' origine, noi siam costretti, per ispiegare questi fatti, di supporre che le nuvole sieno luminose di per sè stesse. E non vi sarebbe tra esse che differenza di più o meno. Al termine più alto della scala starebbero le nuvole osservate da Rozier. Più basso, e ad una grandissima distanza, quelle di Nicholson; più basso ancora le nuvole nevose di Beccaria. Finalmente l'ultimo termine della scala si comporrebbe di quelle nuvole dense, di cui il Cielo è coperto nelle più fosche notti d' inverno, e le quali portano che a mezzanotte l' oscurità dell'aria non sia mai così grande come quella di un sotterraneo, o di una casa senza finestre. (1)

---

(1) Noi non volevamo dapprima toccare che rapidamente

§. VIII.

Del tuono propriamente detto, o del rumore che il fulmine fa sentire quando si sprigiona dalle nuvole.

All' apparire de' lampi succedono ordinariamente, dopo un intervallo di tempo più o meno lungo, certi rumori, che tutto il mondo ha uditi, e forse senza notare le proprietà diverse da cui sono distinti secondo le circostanze.

Lucrezio dava, a mio parere, un' idea molto esatta del *tuono*, quando lo paragonava al *rumo-*

di un semplice fenomeno meteorologico, ma tali sono le connessioni necessarie pure tra scienze differenti, che senza pensarci e senza volerlo, siam venuti, io credo, ad uno de' problemi più importanti della filosofia naturale. Io chiamo così la quistione con cui si domanda per quale artifizio il nostro sole, dopo tanti secoli, brilli senza perdere punto del suo splendore. Le combustioni ordinarie non possono spiegare questo costante splendore. Dopo sì lungo tempo la materia combustibile, ed il corpo bruciante avrebbero dovuto esaurirsi. Consideriamo la fosforescenza come una conseguenza necessaria del'o stato gassoso e nebuloso; oltre a ciò supponiamo che il Sole sia circondato da uno strato continuo di nuvole, e la difficoltà sparirà; perocchè l' emissioni fosforescenti non portano indispensabilmente una perdita di materia. E forse basterebbe estendere a tutta un' atmosfera lo stato osservato da Rozier in diverse parti delle nuvole tempestose di Bèziers, per giugner a qualche cosa che rassomigli alla luce del Sole. Se le mie congetture fossero fondate, Nicholson si troverebbe d' aver abbracciato, a pochi minuti d' intervallo, le due costituzioni atmosferiche che danno origine alle stelle rosse ed azzurre.

re aspro della carta che viene lacerata. (Libro VI.)

Io non oserei dire che si è molto aggiunto all'esattezza del paragone, sostituendo il *laceramento brusco di una forte stoffa di seta* a quello della carta o della pergamena. Qualche volta il rumore del tuono sembra *distinto e secco*, come quello di un semplice colpo di pistola. Più generalmente è pieno e molto grave. Alcuni osservatori vogliono ch' esso divenga più e più grave come il rimbombo si prolunga. Coloro che sono pratichi nella musica potrebbero decidere questa quistione.

Ne' fenomeni del tuono son da notare due cose : da una parte la sua lunga durata ; dall' altra le diminuzioni e gli accrescimenti successivi d'intensità che si rinnovano sì spesso nel rimbombo di un sol colpo, di un solo e medesimo scoppio. E non è stato senza ragione che il tuono si è paragonato a quel rumore che produce una pesante carretta che scende rapidamente per un cammino scabroso. (1) Noi esamineremo ora se l' eco rap-

(1) Non faccia maraviglia se io qui dirò come si è giunto sopra alcuni teatri, ad imitare, coll' aiuto di semplicissimi ordigni, non solo i tuoni lontani che producono una specie di susurro quasi uniforme, ma ancora i lampi bruschi, secchi, scuotenti, co' quali si distinguono i tuoni vicini.–Per riuscire in questo, l' operatore si serve di una lama minuta e quadrangolare di latta, lunga un metro e larga un mezzo metro, ch'egli prende per uno de' suoi angoli tra il pollice e l' indice ; dà poi alla sua mano un movimento di rotazione oscillatoria, per modo che l' angolo preso tra le dita sia volto ora in un senso ed ora nel senso opposto. Variando la rapidità di queste alternative, si viene a riprodurre tutte le modificazioni possibili del rumore del tuono.

presenta quì una parte principale o secondaria. Io dirò ciò che ho potuto sapere di certo intorno alla più lunga durata del tuono osservato in una pianura, *e corrispondente ad un solo lampo.* E si notino bene queste ultime parole; perocchè il tuono, anche ne' nostri climi, fa qualche volta udire un rumore continuo per ore intere: allora i lampi si succedono quasi senza interruzione.

Io trovo ne' registri di osservazioni fatte a Parigi da de L' Isle, che:

Il giorno 17 giugno 1712, un tuono durò 45 secondi, e il giorno stesso ne furono notati pure della durata di 41, 36 e 34 secondi.

Nelle osservazioni seguenti, fatte ne' giorni 3, 8 e 28 luglio, de L'Isle trovò, come massima durata, 39, 38, 36, 35 secondi.

Coloro che non hanno punto studiato le tempeste ne' meteorologisti e ne' fisici, ignorano forse che lo scoppio del tuono non ha sempre la sua maggiore intensità al suo cominciamento. Il tuono comincia spesso con un rumor sordo, a cui succedono lampi strepitosi, che vengono pure seguiti da uno scroscio che scema rapidamente, ma gradatamente. Ciò può servire, per certi aspetti della teorica, come pietra di paragone, donde le valutazioni numeriche degl' intervalli compresi tra il debole cominciamento di certi tuoni e i loro periodi rimbombanti. Disgraziatamente la scienza non è ricca di queste osservazioni.

Quelle che io citerò le dobbiamo pure a de L'Isle, e dee sorprenderci come il suo lavoro non sia stato mai citato.

Il 17 giugno 1712, una pioggia cade sopra Parigi;

A o secondi , apparisce un lampo ;

A 3 secondi , comincia il tuono a farsi udire debolissimamente ;

A 12 secondi lampeggia ;

A 19 secondi finisce dolcemente.

Non passarono meno di 9 secondi tra il cominciamento del tuono e quello de' suoi lampi.

Ecco un secondo esempio corrispondente al 21 luglio ;

A o secondi , un lampo ;

A 16 secondi , il rumore comincia debolmente ;

A 26 secondi , il tuono scoppia ;

A 32 secondi, finisce dolcemente.

Le citazioni che seguono avranno sulle precedenti il vantaggio di far conoscere la durata dei lampi.

Il 18 luglio 1712 :

A o secondi , un lampo ;

A 11 secondi , il tuono comincia dolcemente ;

A 12 secondi , il tuono scoppia ;

A 33 secondi , i lampi cessano.

A 50 secondi , il rumore finisce dolcemente.

Il lettore osserverà che la durata de' lampi fu di 21 secondo.

8 luglio :

A o secondi , un lampo ;

A 11 secondi, il tuono comincia dolcemente ;

A 12 secondi , il tuono scoppia ;

A 38 secondi , cessa lo scoppio :

A 47 secondi , finisce dolcemente.

La durata de' lampi quì è stata di circa un mezzo-minuto.

Io citerò pure un altro fatto, poichè ci offrirà il caso nuovo di un raddoppiamento di forza nel momento de' lampi.

A 0 secondi, un lampo;

A 10 secondi, il tuono comincia dolcissimamente;

A 13 secondi, il tuono scoppia;

A 20 secondi, i lampi raddoppiano la loro intensità;

A 35 secondi, i lampi cessano;

A 39 secondi, il tuono finisce dolcemente.

L'intensità del tuono, e propriamente quella del suo periodo più brillante, offre sorprendenti variazioni.

Il reverendo William, scrivendo al Dottor Milles, decano d'Exeter, del tuono che rovesciò, il 2 marzo 1769, una delle cime della torre di Bouckland-Brewer, diceva, che questo tuono produsse uno scoppio quasi uguale a quello di cento cannoni, che si scaricano al tempo stesso.

D'altra parte io lessi nelle memorie di cui son debitore ai signori capitani Peytier e Hossard, che su' Pirenei, certi tuoni che scoppiavano ai fianchi loro, in mezzo a quelle nuvole nelle quali erano immersi, produceano un rumor sordo, simile a quello di una quantità di polvere non compressa che si accende nell'aria.

I globetti fulminanti producono qualche volta i più violenti scoppi. Allorchè uno di questi globi colpì il vascello *il Montague*, in mezzo al mare, il 4 novembre 1749, il rumore fu come di molte centinaia di cannoni, che si scaricano

al tempo stesso, ma, secondo la relazione di Master Chalmers, non durò più di un mezzo secondo.

Il tuono comincia a farsi sentire assai dopo l'apparire del lampo. Tutto il mondo l'ha osservato, tutto il mondo ha potuto vederlo nei quadri che ho formati secondo le osservazioni di de l'Isle. La cagione di questo fenomeno è semplice; ora noi la discuteremo particolarmente; le sue conseguenze avranno tanto maggior pregio ed utilità, per quanto noi avremo operato sopra un maggiore o minor numero di esperienze; dimandiamo dunque quale sia stato il massimo, o il minimo degl'intervalli osservati tra un lampo e il tuono corrispondente.

Il celebre geometra Lambert non credeva, quanto al massimo, che gl'intervalli tra il lampo e 'l tuono potessero mai arrivare a 40 secondi; ma al tempo, in cui egli esponeva questa opinione, non avrebbe potuto trovare nelle memorie di de l'Isle, pubblicate a Pietroburgo, risultamenti notabilmente superiori al termine ch' egli adottava. Le osservazioni di Parigi del 2 maggio 1712, davano:

42, 48 e 48 secondi.

Quelle del 6 giugno seguente:

47, 48, 48 e 49 secondi.

Da una osservazione del 30 aprile si deduceva l'enorme intervallo di . . . 72 secondi.

Nelle osservazioni di Chappe, fatte a Tobolsk nell'anno 1761, io osservo, il 2 luglio, i numeri 42, 45 e 47 secondi. Il 10 dello stesso mese, il numero 46 secondi.

I minori intervalli tra il lampo ed il tuono, che io scorgo nel piccolissimo numero delle osservazioni di de l'Isle, sono: 3, 4 e 5 secondi.

Le osservazioni di Chappe danno molte volte: 2 secondi.

Questi risultamenti ci saranno poco utili. Per contrario noi potremmo dedurre conseguenze curiose, e teoricamente importantissime, dagli intervalli che non giugnerebbero, che ad una piccola frazione di secondo. Certe frazioni di secondo sono disgraziatamente difficili a valutare, e quasi tutti gli osservatori non pensano di tenerne conto. Quando il tuono succede al lampo in meno di un secondo d'intervallo, allora si dice che i due fenomeni sono simultanei, ed allora più che mai dovrebbero essere valutati con esattezza. Non per tanto, consultando le mie proprie esperienze, son certo di non uscire de' limiti della verità; e mi confido di non espormi alla riprovazione di alcun osservatore esercitato, dicendo che spesso l'intervallo tra il lampo ed il tuono non è di un *mezzo secondo*.

§. IX.

In un Cielo perfettamente sereno vi sono lampi senza tuono?

Il fenomeno de' lampi senza tuono in un Cielo perfettamente sereno, è troppo conosciuto, troppo generalmente affermato, onde non è mestieri arrecare in mezzo la testimonianza di qualche meteorologista. Infatti chi non ha veduto,

chi non ha osservato ne' nostri climi i *lampi* di *calore*? Bergman ci dice, che nella Svezia, dove sono pure comunissimi, i contadini li chiamano *lampi dell'orzo* (kornbleck), perocchè ordinariamente si mostrano in agosto, quando l'orzo comincia a maturare.

V'ha di coloro i quali credono che i lampi di calore restano sempre concentrati ne' luoghi intorno all'orizzonte; ma essi s'ingannano. La loro luce si sviluppa qualchevolta sopra tutta l'estensione del Cielo visibile. Questa osservazione non ci sarà inutile quando noi ricercheremo, se i *lampi* di *calore* esistono di per se stessi, o se non sono altro che lampi riflessi.

§. X.

Vi possono essere tuoni senza lampi?

Seneca assicura che il *Cielo tuona qualchevolta* senza *lampeggiare* (Quis. nat. lib. II. § 18).

Io ho vergogna di confessare, che quanto all'Europa, sarò costretto a ripetere quasi le stesse parole di Seneca. I tuoni senza lampi, sebbene avrebbero potuto giovare a qualche punto di teorica, pure hanno poco eccitato l'attenzione degli osservatori: i loro registri non ne hanno fatto mai menzione. Del resto le mie citazioni, da qualunque luogo io debba prenderle, non potranno punto lasciar dubbio sulla generalità del fenomeno.

In ottobre 1751, Thibault di Chanvalon scriveva, nella Martinica, nel suo registro di osser-

vazioni meteorologiche: « In otto giorni che il
» Cielo ha tuonato in questo mese, furono os-
» servati due tuoni *senza lampi*. In novembre
» io lessi: » Tuono un solo giorno; tre colpi un
» po' forti, ma senza lampi. ».

Il 19 marzo 1768, vicino Cosseir, sul mar Rosso, un violento colpo di tuono mise lo spavento tra i marinai della piccola barca, nella quale si era imbarcato il viaggiatore James Bruce. Questo colpo di tuono non era *stato preceduto* da *lampo*.

§. XI.

In un tempo fosco, si mostrano mai lampi senza tuoni?

Questa quistione dee essere risoluta affermativamente. Io qui potrei appoggiarmi alla testimonianza di un antico scrittore, com' è Lucrezio. Nel decimosesto libro del celebre poema sulla *natura delle* cose, ognuno può leggere (versi 216, 217) che certi lampi innocenti si sprigionano in *silenzio* da *certe* nuvole, e che non cagionano nè turbamento, nè terrore.

I lampi senza tuono, in *un tempo nebbioso*, pare che sieno frequenti nelle *Antille*. Thibaut di Chanvalon, ne fa menzione nelle sue osservazioni meteorologiche della *Martinica*. In data di luglio 1751, io veggo sulle sue tavole: « Tuono, sei giorni; lampi senza tuono, due giorni. » Alla qualcosa io debbo aggiugnere che, in questi due giorni di *lampi senza* tuono, il Cielo era nebbioso.

Le osservazioni fatte a Rio Janerio da Dorta, e poste nelle memorie dell'accademia di Lisbona, non sono meno certe; esse mi danno:

Nel 1783 . . . 24 giorni di lampi senza tuono
1784 . . . 48
1785 . . . 47
1787 . . . 51

Nel giornale meteorologico tenuto nel 1826 a Patna, nell'India (latitud. 25° 37' nord) da Lind, condotto ad un risultamento maggiore di quelli di Rio Janeiro, io trovo:

73 giorni di lampi senza tuono.

Se noi avessimo sotto agli occhi le minutissime osservazioni fatte nel Brasile e nell'India, forse i numeri precedenti soffrirebbero qualche riduzione, e forse tra i giorni di lampi senza tuono troveremmo alcuni giorni sereni. Intanto come i tuoni ed i lampi non si manifestano il più delle volte che nella stagione delle piogge, queste riduzioni non sarebbero importanti.

Io non posso dar termine a questo capitolo senza citare alcuni esempli di lampi senza tuono tolti dalle osservazioni di *Europa*.

Quantunque io dia minore importanza ad una asserzione generale, che ad una osservazione speciale accompagnata di minute particolarità (come la data e l'ora dell'osservazione), io dirò non pertanto, che nella dissertazione sul tuono coronata nel 1726 dall'accademia di Bordeaux, il padre di Lozeran di Fesc, parla di certi *lampi* vivissimi, i quali, in certe tempeste, si sprigionano dalle nuvole per ogni verso e quasi senza interruzione, senza dar luogo ad alcun rumore notabile.

Ecco ora un'osservazione di Deluc il giovane. Il 1.° agosto 1791, dopo il tramonto del Sole, il Cielo, veduto da Genova, pareva fosco al disopra de' monti Giura verso occidente. Le nuvole erano traversate da lampi splendidissimi, eppure non si udiva un tuono. A questo potrebbe rispondersi, che una distanza di 3, di 4 o di 5 leghe bastava per non far sentire affatto il rumore dei tuoni. Facciamo dunque un altro passo.

Le nuvole de' Giura si estesero per gradi fino al zenit di Genova: « Allora, dice Deluc, si » vedeano tali lampi ch' ei pareva dover essere » accompagnati da un rumore tale da scuotere il » cervello; e intanto non se ne udiva alcuno. » Uno di questi lampi (Deluc non dice che questo fosse più brillante degli altri) produsse, per contrario, un rumore spaventevole. Dopo venne un acquazzone; e poi, come dice Deluc, lampi senza tuono.

Il luogo seguente è tolto delle osservazioni meteorologiche di Johon Dalton.

» A Kendal (Inghilterra), il 15 agosto 1791, » tra 8 e 9 ore della sera, furon visti molti lampi in breve spazio di tempo; e furono uditi *alcuni tuoni* (some thunder); ma essi erano » lontani » ...

§. XII.

Tuona egli mai in un tempo perfettamente sereno?

Seneca assicura che il fulmine cade qualchevolta pure da un Cielo senza nuvole (quest. natur, lib. I.°, § I.)·

Anassimandro credeva pure a questo fenomeno, perocchè egli ne avea cercato la cagione. (Quest. natur. lib. II. § 18).

Lucrezio per contrario, dice: « Dove il Cielo » è sereno il rumore del tuono non si fa sentire. » (Lib. VI; v. 98.) Ed appresso (v. 245): » Il fulmine non si forma che in mezzo a dense » nuvole, poste le une sulle altre fino ad altezza » immensa. Il fulmine non nasce sotto un Cielo » tutto sereno o soltanto velato. »

Senebier parla del tuono de' giorni sereni come di un fatto riconosciuto; disgraziatamente non dice se la sua convinzione è fondata sopra considerazioni teoriche o sopra osservazioni dirette (Journal de Phisique, tom. XXX, pag. 245).

Volney è più chiaro. Il 13 luglio 1788, a 6 ore del mattino, *essendo il Cielo senza nuvole*, si udirono e Pontchartrain (4 leghe lontano di Versaglia) 4 o 5 colpi di tuono. A 7 ore ed un quarto poi una nuvola apparve a sud-ovest.

In alcuni momenti il Cielo fu tutto annuvolato. Poco tempo dopo cadeva grandine. Poco

tempo dopo cadeva grandine grossa come un pugno. (Du climat des États-Unis.)

Si andrebbe incontro ad errori, se si cercassero esempli di giorni sereni accompagnati da tuoni, ne' paesi soggetti a forti terremoti. Questi ultimi fenomeni, infatti, sono spesso preceduti da lunghi mugiti, la cui sede si è trasportata nell' atmosfera, per un' illusione acustica, ancora male spiegata. Ecco perchè non ho citato i tuoni spaventevoli che si sentono da un centinaio di anni, nel tempo più bello, a S. Fe di Bogota, in memoria de' quali ogni anno si dice nella Cattedrale *la messa del tuono* (la missa del ruido.)

§. XIII.

Il fulmine, con la sua azione ne' luoghi in cui scoppia, sviluppa spesso fumo, quasi sempre un forte odore, che può paragonarsi a quello del solfo acceso.

Se io volessi citare tutt' i casi ne' quali l' odore solforoso si è manifestato, io farei quì il catalogo quàsi compiuto de' colpi di fulmine, di cui si è potuto osservare l' effetto nelle case chiuse, poco tempo dopo lo scoppio; io mi limiterò ad alcuni esempli; e citerò in primo luogo quelli in cui l' odore sviluppato era così forte che si sentiva ad aria aperta.

Wafer, chirurgo di Dampier, racconta che traversando l' istmo di Darien, gli acquazzoni che cadevano, « erano accompagnati da lampi e » da grandi colpi di tuono, e che allora nell' a-

» ria sentivasi un *odor solforoso* capace d'impe-
» dire il respiro, soprattutto in mezzo ai boschi.»

In un' altro luogo della relazione di Wafer io lessi: « Dopo il tramonto del Sole (i viaggiatori
» erano, in una notte serena, sopra un monti-
» cello), cominciò a piovere così terribilmente
» che pareva che il Cielo e la terra volessero
» confondersi; ad ogn'istante si udivano spaven-
» tevoli colpi di tuono. I lampi aveano un odore
» di solfo così intenso, che noi ne fummo quasi
» soffocati. »

Nelle sue memorie (for a general history of the air) Bayle riferisce, che all' epoca in cui egli abitava le coste del lago di Ginevra, violenti e frequenti colpi di tuono riempirono l' aria di un odore solforoso intensissimo, che mancò poco che non soffocasse un uomo posto a guardia sulla riva del medesimo lago.

In febbraio 1771, nell'isola di Francia, Le Gentil, membro dell' accademia delle Scienze, vide il fulmine strisciare sopra un punto della campagna assai poco lontano dalla galleria in cui allora si trovava in casa del Conte Rostaing. Quattro *ore dopo lo scoppio*, sebbene ei avesse molto piovuto, Le Gentil e Rostaing, passando per caso vicino ad un luogo fulminato, sentirono un odore di solfo.

Ognuno ha potuto intendere perchè io ho posto qui in primo luogo le manifestazioni di odor solforoso accadute nell'aria aperta; e ognuno intenderà con più forte ragione tutta la cura che io avea di ricercare se il fulmine produce effetti simiglianti nel mare.

Allorchè il vascello inglese, detto *Montague*, fu colpito da *un globo* di *fuoco*, il 4 novembre 1749, con uno scoppio che il *Master* Chalmers paragonò a quello che fanno al tempo stesso molte centinaia di cannoni, il naviglio sparse un odore così forte ch' ei pareva non essere che una massa di solfo (the ship seemed to be nothing but sulphur). In questo momento il Montague si trovava a 42° 48' di latitudine nord, e a 13° di longitudine occidentale, o che torna lo stesso, a 25 leghe lontano dalle terre più vicine.

Il New-York, nave di 520 tonnellate, fu colpita due volte dal fulmine nel giorno 1827, a circa 38° di latitudine nord e 63° di longitudine occidentale contata da Parigi, cioè ad un tempo in cui la sua minore distanza dalla terra era di 150 leghe.

Nel momento della prima scarica, siccome il bastimento non avea parafulmini, soffrì gravi danni; intanto il fulmine, essendosi incontrato con certe aste metalliche che lo condussero al mare, il fuoco non si appiccò al legno: ciò non impedì che i camerini non si riempissero di dense nuvole di fumo solforoso.

Quando venne il secondo scoppio, il parafulmine del New-York era già situato. Il naviglio fu per un istante risplendente di luce come la prima volta, ma non soffrì alcun vero danno. Nulladimeno le diverse parti del bastimento, particolarmente il camerino delle dame, si trovarono subito ripiene di *vapori solforosi* così densi, che non potea vedersi alcuna cosa a traverso di essi.

Il 31 dicembre 1778, a tre ore dopo mezzo-

giorno, il bastimento della Compagnia delle Indie, l'Atlante, è colpito dal fulmine sul Tamigi.

Un marinaio è ucciso tra le vele. Il naviglio comparisce un istante tutto fuoco, ma in realtà non soffre alcun grave danno. Solo si spande per tutte parti un forte odore solforoso, che non cessa per tutto il resto del giorno e tutta la notte seguente.

Allorchè, il 18 luglio 1767, il tuono penetrò fino al collo di sei cammini in una casa della strada *Plumet*, a Parigi, lasciò un *odore soffocante* che si *attaccava alla gola.*

Il 18 febbraio 1770, molto tempo dopo il colpo del fulmine, che gittò a terra stordite tutte le persone che erano ad udire le litanie nella Chiesa di Saint-Kevern (Cornouailles), la Chiesa era ancora piena di un *odor solforoso quasi soffocante.*

Dopo un colpo di fulmine che produsse molti danni, il giorno 11 luglio 1819, a Châteauneuf-les-Maustiers (Basse-Alpi), la Chiesa era piena di un fumo nero e denso per modo, che non lasciava quasi di camminare se non a tentoni.

§. XIV.

Delle modificazioni chimiche che il fulmine porta all' aria atmosferica.

Dopo la grande e celebre esperienza alla quale Cavendish giunse coll'aiuto di una scintilla elettrica, cioè a riunire in acido nitrico liquido i due elementi gassosi di che si compone l'aria che noi respiriamo, non potea più dubitarsi che il fulmine potesse solcare immense estensioni d'atmosfera, senza alterarsi. Intanto son pochi anni passati dacchè il chimico alemanno, Liebig, ha sottoposto quest'idea sì naturale ad esperimenti decisivi.

Nel 1827, il professore di Giessen publicò l'analisi di 77 residui, ottenuti con la distillazione di 77 acque distinte di pioggia, raccolte in vasi di porcellana in 77 epoche diverse. Fra questi 77 saggi di acqua, 17 erano di acque di tempesta. Ebbene; queste 17 acque di tempesta conteneano tutte dell'*acido nitrico*, in maggiore o minor quantità, combinato con calce ed ammoniaca. Tra le altre 60 acque, Liebig non ne trovò che due dove esistessero semplici tracce di acido nitrico.

Ecco dunque la materia fulminante produrre una delle più belle esperienze della chimica moderna. Queste riunioni improvvise dell'*azoto* e dell'*ossigeno*, che l'illustre chimico inglese operava in vasi chiusi, il fulmine li forma nelle alte regioni dell'atmosfera. Questo è pe' fisici e

pe' chimici un campo vasto d'importanti esperienze. Bisognerà esaminare se, tutte le altre circostanze essendo le stesse, le quantità di acido nitrico prodotte nel tempo delle tempeste variano con le stagioni, con l' altezza e quindi con la temperatura delle nuvole donde il fulmine parte; bisognerà pure vedere se nelle regioni, che sono fra' tropici, dove per mesi interi il fulmine cade ogni giorno con tanta forza, l'acido nitrico, creato dal fulmine a spese de' due elementi gassosi dell' atmosfera, basterebbe o no al mantenimento delle nitriere naturali, la cui esistenza, in certi luoghi dove le materie animali non si vedeano affatto, era per la scienza un grave ostacolo. E abbandonandosi a queste profonde investigazioni forse alcuno potrebbe scoprire l'origine, ancora occulta, di certe altre sostanze, della calce, dell' ammoniaca ec., che Liebig ha trovate nelle acque che vengono da piogge di tempesta. E non si giugnesse che a rendere più chiara la quistione delle nitriere naturali, questo sarebbe un gran passo ed un gran guadagno. Del resto non è chiaro come curiosi e belli sarebbero gli esperimenti atti a provare, che il fulmine prepara e forma nelle alte regioni dell' aria il principale elemento di quest' *altro fulmine* (la polvere di cannone), di cui gli uomini fanno un uso prodigioso per distruggersi l' un l' altro.

§. XV.

Il fulmine produce soventi volte la fusione delle verghe di metallo che colpisce.

Questo capitolo sarebbe brevissimo se quì noi volessimo stabilire soltanto che il fulmine pone istantaneamente in fusione le lame sottili ed i minuti fili di metallo, che incontra nel suo cammino; ma egli importa assai di conoscere l'estensione di questo potere, di ricercare la maggiore grossezza de' metalli che il fulmine ha già fusi, d'assegnare a questo curioso fenomeno, non i suoi limiti possibili, ma i limiti osservati, e ciò, estendendo l'investigazione a tutt' i tempi e a tutte le terre.

Aristotele, nella sua meteorologia, lib. III, cap. 1°, dopo avere enumerato le diverse specie di fulmini che gli antichi distingueano, disse, parlando degli effetti di uno di essi: « Si è veduto » il rame d' uno scudo fondersi, senza che il le» gno, che lo ricopriva, ne venisse tocco. »

La proprietà che ha il fulmine di fondere i metalli, è cennata pure da Lucrezio, da Seneca, e da Plinio. Essi citano specialmente il ferro, l'oro, l' argento, il bronzo, il rame. La bizzarria osservata da Aristotele, quanto al legno, s' era offerta ai filosofi di Roma, in casi simili: « L' ar» gento, dice Seneca, si fonde senza che la bor» sa, che lo contiene, ne venga danneggiata . . » La spada si liquefà nel fodero, e questo resta » intatto. Il ferro de' dardi striscia sul legno, ed » il legno non si accende ».

» Plinio, assicura che posto dell'oro, del ra-
» me e dell' argento in un sacco, può il fulmine
» fondere questi metalli, senza che il sacco resti
» bruciato, e senza che la cera, con che è sigil-
» lato, si rammollisca. »

Lucrezio parla della liquefazione del rame. Ed ove non si supponga che la potenza del fulmine si sia prodigiosamente indebolita dopo 2000 anni, noi avremo molte cose a trarre da questi risultamenti.

La *spada si liquefà nel fodero*. Se quì vuolsi intendere che un colpo di tuono ha liquefatto tutta la massa metallica d' una larga spada romana, le osservazioni moderne non ci daranno nulla di simigliante. Se la parola liquefazione non importa necessariamente l' idea d' una fusione generale; se nel fatto la lama ha presentato qua e colà, o in tutta la sua estensione, delle tracce d'una fusione limitata in certo modo alla superficie, allora il fatto, narrato da Seneca, della fusione della spada, pure con la circostanza singolare del *fodero rimaso intatto*, può essere confermato con esempli tolti dagli annali meteorologici de' nostri tempi.

Nel 1781, d' Aussac e 'l suo cavallo furono uccisi ne' luoghi intorno a Castres. Garipuy, membro dell' accademia di Tolosa, avendo, dopo la catastrofe, esaminato attentamente la spada col manico d' argento, che d' Aussac portava, vide: Due piccole parti fuse nel manico della spada, una di sopra, e l' altra di sotto; dei segni evidenti, ma superficiali, di fusione, nella punta della lama, con un mezzo pollice e più di lun-

ghezza ; la *fusione superficiale*, dell' estremità del fodero di ferro (questo pezzo di ferro avea pure un forame bislungo , nel quale potea passare la lama spianata e larga del temperino di Garipuy); la fusione, in *un piede del manico*, del taglio superiore della lama , sopra tre linee di lunghezza ed una e mezzo di altezza, con questa particolarità, che dove corrispondeva la parte fusa il fodero non *era bruciato* , ma solo avea un buco di una linea di diametro.

De Gautran , che nel momento dello scoppio si trovava a fianco di d' Aussac , e 'l cui cavallo fù pure ucciso , avea un grosso coltello di caccia, sul quale Garipuy osservò :

Che la piccola catena d' argento , che pendeva dal pomo della spada , era stata fusa vicino l'elsa e si era distaccata ; che la superficie fusa del pomo era di tre linee quadrate , in tutta la grossezza dell' argento , sebbene poco considerevole ; che il taglio inferiore della lama , come l' estremità del fodero d'argento , si erano fusi in corrispondenza , per una linea e mezza quadrata , e che nell' intervallo compreso tra queste due porzioni fuse e così ravvicinate , il fodero era stato forato e non bruciato.

Il lettore osserverà senza dubbio , che sulla spada di d' Aussac , la fusione di metallo non si manifestò soltanto alle due estremità , ma pure in quella parte , dove il fulmine pare che si sia diviso tra il cavaliere e 'l cavallo.

Ecco in un sol fatto autenticissimo , bene osservato , fusione d'argento, fusione di due lame di spada , senza che il fodero si accendesse. Ma

la fusione delle lame non ebbe luogo che sopra uno strato superficiale poco esteso, e la cui grossezza, come dobbiam credere, era estremamente piccola. Queste due circostanze, e soprattutto l' ultima, fanno che nulla sia più facile che lo spiegare, dietro ai veri principj della propagazione del calore, come i foderi delle spade restarono intatti e non si accesero. Un paragone renderà pure superflua ogni spiegazione.

Chiunque abbia fatto passare un minutissimo filo metallico al *rosso-bianco* (rouge-blanc), ponendolo nell' estremità della fiamma di una candela, o di una lampada d' Argant, avrà potuto osservare con quale rapidità questo filo si raffredda, secondo che si ritira. E non passa un secondo di tempo, tra il momento nel quale il metallo era risplendentissimo, e quello in cui è divenuto del tutto oscuro. Come il filo è tolto alla fiamma, può prendersi tra le dita senz' alcun danno. Questo raffreddamento sarebbe anche più rapido, se il filo infuocato, in luogo di restare sospeso nell'aria, si ponesse sopra una lama metallica massiccia, alla temperatura ordinaria, sopra una lama, che per via di conduttibilità ritraesse a sè il suo calore. E questo filo non è altra cosa che uno degli elementi dello strato superficiale poco esteso, riscaldatissimo, fuso se volete, che ricopre subitamente una massa metallica dietro ad un colpo di fulmine. Questo strato raffreddandosi con eccessiva rapidità, noi non abbiamo a maravigliare che non si sia acceso il cuoio e le altre materie analoghe, di che erano formati i foderi dell'arme di d' Aussac, o delle spade degli antichi romani, alle quali alludevano Plinio e Seneca.

L'espressioni di Plinio e di Seneca sulla fusione d'una lama di spada e sopra quella di pezzi di monete, furono lungo tempo prese con tutta l'estensione ch'esse comportano. Si ammetteva che la lama di spada tutta intiera si era fusa; che ad un batter d'occhio grosse rotelle di rame, di argento e d'oro si erano del tutto liquefatte. Una volta che si è ammesso ciò, come concepire che un fodero di legno abbia potuto restar pieno di una lorda massa di ferro infuocato senza accendersi; che il tessuto di una borsa avesse potuto, senza alterarsi, stare per molto tempo in contatto del rame, dell'argento, o dell'oro in fusione? Questa difficoltà, che pareva invincibile, condusse Franklin ad una ipotesi, senza dubbio estranea, ma ch'era una conseguenza inevitabile delle premesse: egli ammise che il fulmine avea la proprietà di operare delle *fusioni fredde*; che con la sua azione istantanea, le molecole de' metalli potevano acquistare, senz' alcuno sviluppo di calore, tutta la mobilità che la parola fluidità importa.

Di poi, dietro a certe osservazioni autentiche, su cui non può cadere verun dubbio, riconobbe che la sua teoria era stata fondata sul falso, tanto è vero che la vecchia storia del *dente d' oro*, contiene un insegnamento da cui gli spiriti più eminenti e più chiari possono pure trarre qualche profitto.

Ed ecco una delle osservazioni, con l' aiuto delle quali si è dapprima chiaramente provato, che le fusioni *operate dal fulmine non sono fredde.*

Il tuono cade il 16 luglio 1759, sopra una casa del subborgo di Southwark a Londra. William Mountaine va tosto ad osservarla, e gli viene mostrato il luogo dove un filo di campanello si è fuso; ne cerca gli avanzi sull' intavolato, e li trova principalmente nella linea che corrisponde verticalmente a quella che il filo occupava sotto la soffitta. Questi avanzi si componeano di picciolissimi globetti di ferro, *contenuti nelle cavità del legno dell' intavolato evidentemente bruciate.*

Quantunque l' osservazione, ridotta pure a ciò che abbiam detto, dimostri bastantemente che la fusione del filo di campanello s' era operata per via di riscaldamento; pure io aggiugnerò alcune osservazioni.

Tra' globetti tolti dalle cavità bruciate dell' intavolato, se ne trovarono di differente grandezza; i più piccoli essendosi fusi compiutamente, aveano preso una forma perfettamente sferica; gli altri si allontanavano tanto più dalla sfericità quanto i loro diametri erano più grandi.

La caduta di questi globetti accesi spiega naturalmente le parole delle persone di casa, ch'erano nelle stanze dove avvenne la fusione de' fili. » Noi, essi dicevano, abbiam veduto cadere nel- » l' appartamento una pioggia di fuoco. »

Dopo lo scoppio del tuono che colpì il New-Jork, nel 1827, il ponte di questo bastimento si trovò sparso di *globetti di ferro che bruciarono* il legno del ponte e quello de' lisei in cinquanta luoghi diversi, quantunque in questo momento la pioggia cadesse a torrenti, e per tutto vi fosse della grandine ad una altezza di sei ad otto centimetri.

Due fatti sono bastati per provare che il tuono fonde i metalli rendendoli brucianti, alla maniera del fuoco ordinario. Ma noi dobbiamo ora ricercare i più grandi effetti che sieno stati mai prodotti in questo genere.

In questa parte noi dovremmo abbondare di citazioni; ma la poca precisione, che sventuratamente si è avuta nella descrizione de' danni prodotti dal fulmine, ci costringerà a spigolare dove potremo sperare una ricca messe.

Io trovo nelle Transazioni filosofiche, secondo il rapporto del Capitano inglese Dibden, che il fulmine cadendo, nell'anno 1759, sopra una Cappella della Martinica:

Ridusse un' *asta di ferro quadrata* di 25 millim. di lato, ch'era piantata nel muro, alla grossezza d'un filo sottilissimo.

Se la diminuzione di diametro, osservata dal Capitano Dibden, avvenne, il che non è certo, per via di fusione, il fatto di cui abbiam parlato occuperebbe forse il primo luogo tra quelli dello stesso genere che i meteorologisti de' tempi nostri han raccolti.

Quando sul bastimento New York cadde un secondo fulmine, il giorno 19 aprile 1827, v'era in cima all'albero maestro una bacchetta di ferro di 1 metro e 2 decimetri di lunghezza, di 11 millimetri di diametro nella base, e che terminava con una punta acutissima.

La porzione superiore di questa bacchetta, che il fulmine fuse, formava:

Un cono di 3 decimetri di lunghezza e di 6 millimetri di diametro nella base. Dalla base del-

la bacchetta partiva una catena di ferro simile a quelle che usano gli agrimensori, una vera catena pieghevole di Gunter, consistente in fili di ferro di 6 millimetri di diametro e circa 45 centimetri di lunghezza, formati ad uncino nelle due estremità, e congiunti per mezzo di anelli. Questa catena andava obliquamente dall'estremità dell'albero più alto al mare: la sua lunghezza certo *non era meno di 40 metri*. Dopo il colpo del fulmine, ciò che rimase di quella catena e fu trovato, avea appena un *metro* di lunghezza. Circa 8 centimetri di quest' antica catena restavano ancora attaccati alla base della bacchetta metallica superiore. Ciò che fu raccolto sul ponte del naviglio, si riduceva a due uncini con l'anello intermedio divenuti assai grossi, e ad un piccolo frammento di anello.

Tornando a quello che ho detto di sopra, io debbo dire che in fine fu verificato che i 39 metri di catena si erano fusi, e non solo spezzati, ma gittati lontano nel mare.

Riassumendo quello che abbiamo detto, un colpo di fulmine può fondere compiutamente, e in tutta la sua estensione, una catena di ferro di 40 metri di lunghezza, in comunicazione col mare per una delle sue estremità, allorchè il diametro de' diversi anelli non sorpassa 6 millimetri.

Franhlin riconobbe, sulla stessa sua casa di Filadelfia, nel 1787, che un colpo di fulmine avea fuso una bacchetta conica di rame di 24 centrimetri di lunghezza ed 8 millimetri di diametro nella base.

Questa bacchetta oltrepassava una grossa asta

di ferro che prolungavasi dal tetto fino al suolo umido.

Nel 1754, Franklin ebbe occasione di esaminare egli stesso gli effetti del violento colpo di tuono che ruppe e disperse per ogni verso la piramide di legno di 21 metro di altezza, sovrapposta alla torre quadrata, pure di legno, del Campanile della Città di Newbury, negli Stati-Uniti. Dopo avere prodotto questa spaventevole rovina, il fulmine giugnendo al livello superiore della torre quadrata, seguì un filo di ferro che univa il martello della Campana alle ruote di un oriuolo situate molto più basso.

Questo filo, della *grossezza d' un ago da far maglie*, di sei metri *di lunghezza*, fu ridotto in fumo, tranne un' estremità di 5 centimetri, che dopo il fatto avvenuto, pendeva ancora dal martello, ed un' altra estremità della stessa estensioni, che si trovò attaccata all' oriuolo. Il luogo che occupava il filo lungo le pareti rivestite di gesso e due soffitte della torre, era segnato da un solco nero simile à quello che lascia una traccia di polvere, dopo essere stata accesa. Questa specie di pittura nera si componeva senza verun dubbio, della materia del filo ridotta in molecole impalpabili.

Il primo colpo di fulmine che ricevè il legno New-York, nel 19 aprile 1827, nel suo passaggio dall' america a Liverpool, fuse una *canna di piombo* di 8 centimetri di diametro e di 13 millimetri di grossezza, che partiva dalla stanza da letto e giugnea fino al mare, a traverso i fianchi del naviglio.

La natura raramente procede per salti bruschi: a lato di ciascun effetto ve ne ha sempre un altro dello stesso genere, ma un pò minore, per modo che si può passare da' più piccoli ai più grandi senza che la catena di essi mai non s'interrompa. Supponete che sia più debole il colpo di fulmine, che ha *fuso* una certa asta metallica, e questa non si fonderà più, e passerà soltanto a quello *stato di riscaldamento, e di mollezza*, onde il fabro-ferraio potrebbe facilmente saldarla con un' altra asta in ugual modo apparecchiata. Dopo un altro grado d'indebolimento del fulmine, il metallo non presenterebbe che un semplice riscaldamento. Una o due citazioni basteranno perchè ognuno si persuada che noi qui non proponiamo una vana teorica.

Il 20 aprile 1807, il tuono cadde sul mulino a vento di Great-Marton, nel Lancashire. Una grossa catena di ferro (a large iron chain), che serviva ad alzare il grano, dovette fondersi, o al manco considerabilmente rammollirsi. Di fatti, gli anelli essendo tirati da alto in basso dal peso inferiore, si unirono di maniera che dopo il colpo del fulmine la catena era divenuta una vera asta di ferro. (A rod of iron.)

Il fenomeno osservato a Great-Marton si è riprodotto in giugno 1829, nel mulino a vento di Toothill (Essex). Quivi ancora gli anelli di una catena di ferro, che serviva a salire i sacchi di frumento, si trovarono *congiunti tra loro* dopo un violento colpo di tuono.

Il 5 aprile 1807, il fulmine cadde sulla casa del guarda-bosco di Vizinet, fra Parigi e San Ger-

mano. Dopo l'avvenimento si trovò che una chiave, di cui qualcheduno si era allora servito, era unita col suo anello al chiodo al quale era stata sospesa.

In marzo 1772, il tuono cadde sopra uno dei triangoli di ferro, che oltrepassavano il punto più elevato della cupola di S. Paolo, a Londra. Secondo le vedute de' costruttori questi triangoli dovean essere, coll'intermedio di diversi altri pezzi metallici, in comunicazione immediata con larghe canne di metallo, destinate a ricevere le acque piovane e a condurle sotto terra. Una di queste comunicazioni era leggiermente interrotta; ebbene, dov' era quest' interruzione, Wilson e Delaval osservarono tali effetti, ch' essi potettero inferirne: che un' asta di ferro *di 10 centimetri di larghezza* e di 12 millimetri di grossezza, avea acquistato il color rosso per l' effetto del colpo del fulmine.

Per lo scopo che noi ci abbiamo proposto, non è gran fatto l' avere indicato la grossezza de' diversi metalli che furono fusi dal fulmine: la determinazione delle grossezze che resistono non ci sarà meno utile.

Sopra un'alta torre, ch'era nella città di Cremona, v' avea una banderuola, sulla quale cadde il fulmine in agosto 1777. Il ferro che sostenea questa banderuola traversava un piedestallo. Il marmo fu infranto e sparso qua e là in tutt'i punti. La banderuola, non ostante la sua grave massa, cadde a 20 piedi lontano della torre: essa era forata. Per tutte tali cose noi dobbiam porre questo colpo di tuono tra' più violenti che si sieno uditi

nei nostri climi; ebbene, il ferro che sostenea la banderuola, coi suoi 12 *millimetri di diametro*, era spezzato, ma in esso non appariva alcun segno di fusione.

Il 12 luglio 1770, il fulmine cadde in Filadelfia, sulla casa di *Giuseppe Moulde*. Il Capitano *Falconer* ch'era nella casa, disse che lo scoppio fu d'una *prodigiosa* intensità. Ove mancasse questa dichiarazione, l'intensità del colpo potrebbe conoscersi dalla fusione di 15 centimetri d'una verga di rame (di un diametro ignoto), ch'era al disopra del tetto. Dalla verga di rame il fulmine passò in un' altra rotonda di ferro, di 13 millimetri di diametro, che scendeva lungo l'edifizio e penetrava sotterra, alla profondità di metr. 1, 8. Questa verga di ferro non fu nè fusa, nè in alcun modo danneggiata.

Il violento colpo di fulmine, che abbiamo cennato, e che ruppe e disperse per ogni verso la piramide di legno di 21 metro di altezza, posta sopra la torre quadrata di Newbury, si propagò lungo il ferro del pendolo dell'oriuolo, senza fonderlo; intanto questo ferro non avea che la grossezza d'una grande piuma d'oca.

La conseguenza a trarre da quest' osservazione, quanto al potere che hanno le verghe molto sottili di metallo di trasmettere violentissime scariche, sarebbe un po' equivoca e soggetta a discussione, se noi non potessimo provare che il fulmine, la cui forza si trova verificata ne'gravi danni prodotti sul campanile di Newbury, avea pure una gran forza giugnendo alla verga del pendolo. E noi abbiamo pruove di questa

gran forza. Il fulmine, abbandonando il pendolo nel suo cammino discendente, guastò e fece delle fessure in molte parti. Alcune pietre dei fondamenti furono pure tolte e gittate via ad una distanza di 8 a 9 metri.

Mentre che il capitano Cook era sulla spiaggia di Batavia, il fulmine cadde sul suo naviglio con tanta forza, che la scossa fu paragonata a quella d'un terremoto. Non pertanto non v'ebbe danno notevole nel corpo del bastimento e nelle funi; solo un filo di rame di 5 millimetri di diametro, che si estendeva dalla cima dell'albero maestro fino al mare, dov'era immerso, si vide per un *momento come tutto di fuoco.*

§. XVI.

Il fulmine accorcia i fili metallici pe'quali passa allorchè la sua forza non è tale da poterne operare la fusione.

Egli è probabile che questo raccorciamento singolare accada tutte le volte che il fulmine non ha forza bastante per produrre la fusione del filo metallico che percorre. Ed io non conosco che un fatto di questo genere, perfettamente verificato; e la scienza deve questo fatto al celebre artista inglese Nairne.

Il 18 giugno 1782, il fulmine cadde a Stoke Newington, nella casa di Parker. Per diversi indizj, fu manifesto che da prima percorse una canna fissa nella parte esterna della casa per dare scolo alle acque piovane; che dopo entrò

in una camera da letto, dove seguì un filo metallico, con l'aiuto del quale una persona poteva, senz'abbandonare il suo letto, aprire e chiudere una serratura di sicurezza fissa nella porta d'ingresso. Ebbene; le posizioni diverse che avea prima e dopo l'avvenimento un anello fisso all'estremità del filo, e ch'era rimasto intatto, mostrano che questo filo s'era *accorciato* di *molti pollici*, quantunque il fulmine non ne avesse percorso che 15 piedi.

Verificato una volta quest'accorciamento, ognuno potrà facilmente comprendere, perchè certi fili metallici *tesi* tra due estremità fisse, o quasi fisse, sono spesse volte rotti da' colpi del fulmine.

§. XVII.

Il fulmine pone qualche volta in fusione certe sostanze terrose e le cristallizza istantaneamente.

Io ho detto già alcune parole sopra le bolle e gli strati cristallizzati, che i geologi hanno osservato sulle rocce più alte del Monte-Bianco, de' Pirenei, di Toluca; ed eccone ora altri particolari più precisi (1).

(1) « Le pietre di fulmine, diceva l'imperatore Kang-hi » sono metalli, pietre, selci che il fuoco del tuono ha trasfor» mati, *fondendoli subitamente*, ed unendo inseparabilmente » differenti sostanze. E v' ha di queste pietre, nelle quali si » distingue evidentemente una specie di cristallizzazione. » (Mem. de' missionari Tom. IV.)

Nel 1787, Saussure trovò sulla cima del Monte-Bianco, detta Dôme de Goutè, certe masse d'anfibolo scistoso, coperte di gocce e di bolle nerastre, evidentemente cristallizzate, della grossezza d'un grano di canapa. Queste bolle gli parvero tanto più dover essere considerate come effetto del fulmine, in quanto che ne osservava altre somiglianti sopra certi mattoni ch'erano stati colpiti da questa meteora.

Ramond, che vide gli stessi fenomeni sopra molte cime de' Pirenei, da molto tempo scrisse la importante nota che segue.

» Il Picco del Mezzogiorno è una montagna
» assai alta ed isolatissima: la cima ha pochis-
» sima estensione. Esso è formato d'uno scisto
» micaceo glandoloso d'una durezza estrema,
» diviso in tavole grossissime, assai aderenti
» fra loro, che punto non si suddividono in
» foglietti, ma in parallelepipedi obliquangoli,
» a modo di trabocchetti. Il suo colore è un gri-
» gio nero, un po inargentato dalla mica. Il
» fulmine non opera che alla sua superficie, e
» la ricopre d'uno strato di smalto gialliccio,
» con certe bolle al di sopra, ora sferiche, ora
» aperte e concave, ordinariamente opache,
» qualchevolta mezzo-trasparenti. V' ha delle
» rocce la cui superficie è inverniciata di que-
» sto smalto, e coperta di bolle, la cui grossez-
» za è spesso quanto quella d'un pisello. Ma
» l'interno della roccia resta perfettamente in-
» tatto: la parte fusa non ha più d'un millime-
» tro di grossezza.

» La cima del Monte-Perduto, alla quale io

» giunsi ora sono 20 anni, m' ha presentato lo
» stesso fenomeno. Questo monte, quasi del tut-
» to coperto di neve non mostra affatto delle
» rocce continue, ma solo certi frammenti di
» piccola dimensione, accumulati senz' ordine.
» Questa è una pietra calcarea bituminosa e fe-
» tida; ma essa contiene certa sabbia quarzosa
» d'una estrema finezza, che v'è mescolata in
» grandissima quantità. Molti di questi fram-
» menti portano certi segni evidenti dell'azione
» del fulmine. La loro superficie è coperta di
» bolle di smalto gialliccio, e, come sul Picco
» del mezzogiorno, la fusione non è che super-
» ficiale; essa non penetra fin dentro la pietra,
» non ostante il suo piccolo volume; e ciò che
» non è meno notabile, un calore ch'è stato
» capace di cristallizzare la superficie, non ha
» tolto alla pietra quest'odore di cadavere, che
» noi sì facilmente possiam togliere, o discio-
» gliendola in un acido, o riscaldandola un po
» fortemente.

» Da ultimo io ho pure veduto, ora sono 12
» anni, la superficie delle rocce cristallizzata e
» coperta di bolle, per effetto del fulmine,
» nella rupe Sanadoire, montagna ch'è nel di-
» partimento di Puy-de-Dôme, formata di
» *klingstein porphyr*, e che, secondo noi, è di
» origine vulcanica. La fusione è parimenti su-
» perficiale, e si manifesta con certe bolle e cer-
» te fossette sopra uno strato di poca grossezza.»

Humboldt e Bompland; essendo giunti fino alla più alta cima di *Toluca*, all'ovest della città del *Messico*, trovarono la superficie della

roccia *el Frayle* cristallizzata. La roccia è un porfiro trachitico rossastro, che contiene grandi cristalli di feldspato guernito ed un poco d' anfibolo. Le masse cristallizzate occupavano 18 decimetri quadrati. L'intonico, di color verde d'oliva, non avea che $\frac{1}{10}$ di millimetro di grossezza, e rassomigliava a quello di alcuni aeroliti. La roccia era forata in molti luoghi, ed i forami offrivano nell' interno la stessa crosta cristallizzata. Il luogo nel quale i celebri viaggiatori scoprirono queste masse, è una specie di torre di scogli che s' innalza perpendicolarmente al di sopra dell' antico cratere del vulcano di Toluca, attualmente pieno di acqua e la cui sommità non ha più di 3 metri di larghezza.

Saussure, Ramond, de Humboldt non dubitano che le bolle e gli strati cristallizzati delle Alpi, de' Pirenei, della Cordigliera, non sieno effetti del fulmine; ma quest' opinione non procede da un' osservazione immediata; essi son giunti qui per via d' esclusione, e si sono stati contenti ad essa; poichè nessun' altra spiegazione è sembrata più adatta per le particolarità del fenomeno. Passiamo dunque a quei fatti che non possono dar luogo ad alcuno equivoco.

Il 3 luglio 1725, il fulmine essendo caduto in una campagna rasa, sopra un branco di pecore, a Mixbury (Northamptonshire), uccise cinque montoni ed il pastore. A pochi piedi lontano da costui, si osservarono nel terreno, due fori di 12 centimetri di diametro e di 1 metro di profondità. Jos-Wasse, avendo fatto scavare dili-

gentemente intorno a questi fori, si vide ch' essi erano cilindrici fino alla profondità di un mezzo metro; poi divenivano più stretti, e più basso ancora ciascuno si biforcava. Nella direzione di uno de' due rami si trovò una pietra durissima, di circa 25 centimetri di lunghezza, di 15 centimetri di larghezza e di 10 centimetri di grossezza: una fenditura recente la dividea in due parti; la sua superficie era cristallizzata.

Verso l'anno 1750, il fulmine cadde sulla torre degli *Asinelli*, a Bologna, e vi produsse qualche danno. Beccaria, esaminando attentamente un mattone, che venne maggiormente colpito, osservò che il minutissimo strato di calcina (sabbia e calce), che aderiva ad una delle facce di questo mattone, era stato del tutto cristallizzato, sopra un'estensione di 8 centimetri di lunghezza, e 18 millimetri di larghezza media. Questo strato cristallizzato era verdiccio e ben trasparente.

Il 3 settembre 1789, il tuono cadde sopra una quercia, nel parco del Conte d' Aylesford, ed uccise un uomo che s'era ricoverato sotto quest'albero.

Il bastone che quest' infelice portava alla mano, e che gli serviva d' appoggio, pare che sia stato la via principale che seguì il fulmine; perocchè il suolo, nel punto dove il bastone era posato, avea un foro di 13 centimetri di profondità e di 67 millimetri di diametro. Questo foro, esaminato pochi momenti dopo un tale avvenimento dal dottore Withering, non conteneva che alcune radici bruciate di zolle. È probabil-

mente le osservazioni avrebbero avuto quivi il lor termine, se *lord* Aylesford non si fosse determinato a far costruire una piccola piramide in quel luogo stesso, con una iscrizione destinata a fare che i passaggeri, in tempo di tempesta, non cercassero ricovero sotto gli alberi. Ma scavando per formare i fondamenti, si trovò che il suolo, nella direzione del foro, era stato annerito fino alla profondità di 27 centimetri. E 54 millimetri più basso, il terreno quarzoso offriva tracce evidenti di fusione. I saggi mandati alla società reale di Londra, con la memoria del Dottor Withering, si componeano:

1.° D'una pietra quarzosa, uno de'cui angol era stato del tutto fuso.

2.° Di certa sabbia ammassata dal calore, non trovandosi alcuna materia calcarea in fra i granelli. In questa *massa esisteva una parte vuota* (hollow part.), dove la fusione era stata così perfetta che la materia quarzosa, dopo essere passata per tutta la lunghezza della cavità, presentava nel fondo una forma sferica.

3.° Di molte masse più piccole, che tutte *offrivano* alcune cavità. (All have some hollow part.)

Ora che noi dobbiamo essere abbastanza addimesticati con l'idea di fusione, di cristallizzazioni operate istantaneamente dal fulmine, io posso accostarmi alla quistione tanto curiosa e così vivamente controversa de' *tubi di fulmine o folgoriti.*

I tubi di fulmine erano stati scoverti, più di 100 anni fà (1711) dal pastore Herman, in Mas-

sel, nella Slesia, come lo provano i pezzi conservati nel gabinetto mineralogico di Dresda; e si aspetta al Dottor *Hentzen* la gloria di averli trovati un'altra volta nel 1805, nella landa di Paderborn, detta volgarmente la Senna, e di avere il primo indicato la loro origine. Dopo se n'è raccolto un gran numero a Pillau, vicino Koenigsberg, nella Prussia Orientale; a Nietleben, vicino Halle sopra Saule; a Drigg, nel Cumberland; nella contrada arenosa posta al piede di Regenstein, vicino Blankenburg; e nel Brasile, sulle sabbie di Bahia.

A Drigg i tubi erano stati trovati in mezzo a *monticelli di sabbia mobile* di 13 metri d'altezza, e vicinissimi al mare. Nella Senna, il più delle volte si sono scoperti sul pendio di monticelli di sabbia, che sono alti una decina di metri; qualche volta pure in certe cavità, che si direbbero scavate nella landa a forma di coppa, con 60 a 70 metri di circuito sopra 4 a 5 metri di profondità. A Nietleben il tubo disotterato da Kasersteiu era nel fianco sud-est d'un monticello di sabbia, e lo circondava in fino alla metà.

I Folgoriti sono quasi sempre vuoti. A Drigg il loro diametro totale era di 54 millimetri. Quelli della Senna hanno alla superficie del suolo da un mezzo-millimetro a 15 millimetri d'apertura, e si vanno restringendo come si va più in fondo, fino a terminare spesse volte in una punta. La grossezza delle pareti è tra $\frac{1}{2}$ millimetro e 27 millimetri.

Questi tubi di ordinario scendono sulla sabbia verticalmente. Non pertanto se ne sono trovati alcuni piantati in direzioni oblique, che formavano con l'orizzonte un angolo di 40.°

La loro lunghezza totale oltrepassa qualche volta 10 metri. Delle numerose fenditure trasversati li dividono in frammenti, le cui lunghezze sono comprese tra 10 e 130 millimetri. La sabbia che circonda i tubi col tempo si dissecca e si abbassa. Si veggono allora questi frammenti nella superficie del suolo, rotolare di qua e di là in balia de' venti.

Il più delle volte non si trova, scavando nella sabbia, che una sola canna; qualchevolta pure, giunto ad una certa profondità, questa canna principale si divide in due o tre altre donde partono piccoli rami laterali, che hanno da 30 millimetri a 30 centrimetri di lunghezza. Questi ultimi rami sono conici e terminano con punte che s' inclinano gradatamente verso basso.

La parete interna de' tubi di fulmine è un *vetro perfetto*, unito e brillantissimo, come l'Opalo cristallizzato (hyalite). Essa *irraggia* il *vetro*, e percossa dall' acciarino scintilla fuoco.

Tutt'i tubi, qualunque sia la loro forma, sono circondati d' una crosta composta di granelli di quarzo ammassati. Questa crosta esterna è qualchevolta rotonda, il più delle volte offre una serie di scabrosità apparentemente molto simili a quelle onde sono coverti i piccoli rami dell' olmo d' Olanda, o alla scorza screpolata che riveste il pedale delle vecchie betulle.

Le irregolatità del canale cristallizzato corris-

pondono a quelle della superficie esterna; potrebbe dirsi che il tubo in fusione è stato piegato *tutto* in diversi sensi.

Esaminati, con le lenti, i granelli neri e bianchi che compongono la crosta esterna de' folgoriti, parea che fossero rotondi come se avessero ricevuto un principio di fusione. Ad una certa distanza dal centro, i grani bianchi acquistarono una tinta rossiccia.

Il colore della massa interna, e sopratutto quello delle parti esterne, dipende dalla natura degli strati sabbiosi, che vengono traversati da'tubi.

Negli strati superiori che contengono un poco di terriccio, la parte esterna de' tubi è spesso nericcia, più basso sono d'un grigio alquanto giallo, e più basso d'un bianco alquanto bigio. Da ultimo, là dove la sabbia è pura e bianca, i tubi sono pure d' uua bianchezza quasi perfetta.

Qual' è l'origine de' tubi di fulmine, de'folgoriti? Sarebbero essi delle incrostature formate intorno alle radici che sono sparite dopo la caduta del fulmine? dei stalattiti o altre produzioni del regno minerale? delle cellette o stanzuccie appartenenti ad antichi abitatori del mare, della classe de' vermi? Infine sarebbero prodotti del fulmine?

Tutte quattro queste supposizioni sono state fatte. Le tre prime spariranno dopo una sola osservazione.

A Drigg, dove i monticelli di sabbia vanno di qua di e là, secondo i venti, i tubi dovean essere d' una data recente, perocchè s' essi non sono puntellati da tutte le parti, si spezzano al minore urto.

Vediamo, quant' alla quarta supposizione, se gl' indizi di fusione, che i tubi presentano in tutta la loro estensione, si mostreranno solo come vaghi indizi, o acquisteranno quella certezza che viene dalle diligenti esperienze.

A Drigg, la sabbia nella quale si sono scoverti certi tubi consiste in granelli di quarzo, bianchi o rossicci, mischiati con alcuni granelli di porfirio (hornstone porphyry).

Questi ultimi granelli, presentati soli al tubo comune, si fondono facilmente, ma essi non esistono nella sabbia in una quantità bastante per produrvi l' effetto d' una materia liquefacente. La sabbia in massa, trattata a questo modo diviene da prima rossa, passa poi al bianco opaco, e finisce con agglutinarsi leggermente. Rassomiglia allora, quanto alla tinta ed alla coesione, a quella che forma lo strato esterno de' tubi di fulmine.

Questa stessa sabbia, esposta alla fiamma della lampada di spirito di vino, soffiata da una corrente d' ossigeno, secondo il processo del Dottor Marcet, diede con un' azione prolungata molto tempo, uno smalto analogo a quello che riveste il canale interno de' tubi. Non pertanto la fusione era imperfetta, e si sa che la lampada del Dottor Marcet fonde i grossi fili di platino con un vivo sfavillamento. Alcune esperienze analoghe, fatte con la sabbia della Senna, han dato gli stessi risultamenti.

Ad una certa distanza dal centro de' folgoriti, la sabbia dell' inviluppo, come noi abbiamo detto più sopra, ha una tinta rossiccia. Posta nell' acido muriatico, questa sabbia rossa si scolora e di-

viene simile a quella che si prendeva negli strati dov' è più bianca e più pura. Il liquore essendo stato decantato e sottoposto alla reazione alcalina, vi si manifestarono alcune tracce di ferro.

La sabbia ordinaria della Senna essendo esposta per alcun' istanti ad un forte calore in un crogiuolo di platino, diveniva rossiccia e rassomigliava allora a quella che circonda i tubi, con questa differenza soltanto, ch' era un poco più rossa. Quando il crogiuolo ebbe acquistato il color rosso, la somiglianza divenne perfetta.

Questa sabbia rossa nel crogiuolo di platino, essendo sottoposta all' azione dell' acido muriatico, si scolorò come la sabbia rossiccia d' un tubo id fulmine. Il liquore decantato presentò le stesse tracce di ferro, e, dopo una precipitazione completa del ferro, presentò delle tracce di calce.

Che manca oramai perchè possa stabilirsi che i folgoriti sono prodotti da' colpi del fulmine? Ei manca una sola cosa: la scoverta d' uno di questi tubi nel punto stesso della regione arenosa, verso il quale si *fosse veduto* dirigersi il fulmine. Ebbene; noi non manchiamo di questa pruova.

Il Dottor Fiedler, che ha pubblicato in Alemagna certe dotte memorie sopra i tubi folgoriti (Blitz rohre) riferisce questi due fatti, ch' egli ha udito dire.

» Un farmacista della Colonia di Frederichdorf, essendosi recato nel luogo dove due uomini erano stati allora fulminati, scovrì nel suolo due tubi del tutto simili ai tubi di fulmine della Senna.

Su' confini dell' Olanda, in una contrada

tutta arenosa, un pastore, dopo aver veduto cadere il tuono sopra un monticello, trovò, nel punto stesso nel quale il tratto luminoso gli parve dirigersi, che la sabbia si era fusa ed era scorsa in forma di tubo. »

In fine ecco un fatto che toglie ogni difficoltà: Il 17 luglio 1823, il tuono cadde sopra una betulla presso del villaggio di Rauschen (provincia di Samlande, lungo il mar Baltico), e al tempo stesso pose il fuoco ad un cespuglio di ginepro. Quivi essendo corsi gli abitanti, videro accosto all' albero due fori stretti e profondi. Uno di essi, non ostante la pioggia, parve al tutto che fosse d'una temperatura elevata. Il Professore Hagen, di Kônigsberg, fece scavare diligentemente tutto ch' era intorno a questi fori. Il primo, quello che fu trovato caldo, non offrì nulla di particolare. Il secondo, fino alla profondità d' un terzo di metro, non presentò pur esso alcuna cosa di notabile; ma un poco più basso cominciava un tubo cristallizzato. La fragilità di questo tubo, conseguenza inevitabile della tenuità delle pareti, non permise di trarlo di là se non a piccoli frammenti di 4 a 5 centimetri di lunghezza. L' intonico vitreo intorno era risplendentissimo, color grigio di perla, e sparso in tutta la sua estensione di punti neri.

Dopo un esempio nel quale, come dice Hagen, la natura è stata colta sul fatto, niuno non potrà dubitare della proprietà che ha il fulmine di aprirsi la via a traverso la sabbia, di ridurla istantaneamente allo stato di fusione, e darle per

tutta la lunghezza enorme di 10 a 12 metri, la forma d'un tubo vuoto cristallizzato nell'interno. (1)

§. XVIII.

Il fulmine qualchevolta forma molti fori ne' corpi che colpisce.

Nell' autunno del 1778, cadde il fulmine sulla casa dell' ingegnere Caselli in Alessandria. E non produsse danni notabili che su' vetri di una finestra. Questi vetri aveano uno, due e tre fori di circa due linee di diametro. Alcune piccole fenditure, a modo di stelle piccolissime, partivano da questi buchi; alcuno di quei vetri non era rotto da una parte all' altra.

In agosto del 1777, il fulmine colpì il campanile della Chiesa parrocchiale del S. Sepolcro in Cremona, ruppe la croce di ferro ch' era sulla sua sommità, e gittò in luogo lontano la banderuola

(1) Io non so se m'inganno, ma mi pare che un fatto narrato da Bayle nelle sue opere, è ancora più straordinario di tutt'i fenomeni di fusione e di cristallizzazione istantanea, di cui abbiamo discorso. Ed eccolo.

Due grandi bicchieri, perfettamente simili, erano l' uno accosto all' altro sopra una tavola. Il fulmine penetrando nell'appartamento parea andare sì diritto ai bicchieri ch' è a maravigliare come sia passato fra l' uno e l'altro. Ciò non pertanto nessuno ne fu infranto. Sopra uno d' essi Bayle osservò una leggerissima alterazione di forma; quanto all' altro, era stato sì fortemente piegato (il che importa necessariamente l'esistenza d' un rammollimento) che a pena potea star dritto sulla sua base.

di rame stagnato, pittata ad oglio, che girava immediatamente sotto la croce.

La banderuola si trovò con 18 fori; e nove di essi aveano le estremità molto rilevate dal lato di una delle facce della banderuola. Così pure erano l'estremità degli altri nove, ma dal lato opposto.

Niun indizio non fece supporre agli abitanti di Cremona, che la guglia del Campanile e la banderuola avessero ricevuto molte scariche elettriche. Intanto se per ispiegare la moltiplicità dei fori si volesse assolutamente ricorrere a colpi ripetuti, bisognerebbe, dopo le direzioni inverse dell'estremità de' fori, ammettere *nove* colpi in un senso, e nove colpi nel senso contrario. Il modo col quale questi fori erano disposti, ci costringerebbe a supporre, che per un caso singolare, i colpi di direzioni opposte fossero venuti, a due a due, a colpire alcune parti quasi contigue del metallo. Finalmente, l' inclinazione quasi identica di tutte quelle estremità, per rapporto alle due facce della banderuola, importerebbe pure il parallelismo de' 18 colpi.

Io andrei fortemente errato se l'insieme di tante condizioni improbabili non portasse in alcuno l'opinione che ebbero i fisici i quali furono i primi a descrivere il fenomeno, cioè l'opinione, che i 18 fori della banderuola di Cremona furono fatti da un solo e medesimo colpo di fulmine.

Il 3 luglio 1821, il fulmine cadde a Ginevra, sopra una casa posta presso al tempio di S. Gervaso. Ricercando minutamente gli effetti ch' esso avea prodotti, i compilatori della *Biblioteca Universale* videro *molti fori* con segni d'evidente

fusione, nelle foglie di latta, di cui la parte inclinata del tetto era ricoperta. Fra gli effetti di questo genere il più notabile è quello che fu veduto sopra una foglia di latta nuova, ricurva, la quale copriva la parte più bassa d'un cammino fino al tetto, dove si ripiegava sul tetto medesimo. Questa foglia si trovò con due fori quasi circolari di circa 3 centimetri di diametro, distanti l'uno dall'altro di 13 centimetri, a partire da' loro centri, presentando sopra tutta l'estensione de' loro contorni grandi bave di metallo fuso, ma aventi ne' due fori direzione opposta.

§. XIX.

Fenomeni di trasporto prodotto dal fulmine.

Questa proprietà del fulmine merita d'essere bene studiata, poichè per mezzo di essa la meteora trasporta qualchevolta in luoghi lontani certe masse di gran peso. Ed io qui ne citerò alcuni esempli.

Nella notte del 14 al 15 aprile 1718 un colpo di tuono fece saltare il *tetto e le muraglie* della chiesa di Govesnon, vicino Brest, come avrebbe fatto una mina. Erano state lanciate delle pietre qua e colà, e fino alla distanza di 51 metri.

Il fulmine che colpì una volta il castello di Clermont nel Beauvoisis, fece un foro di 65 centimetri di larghezza e di 60 centimetri di profondità, in un muro la cui costruzione, secondo la tradizione comune, risaliva ai tempi di Cesare, e che, in ogni caso, era così sodo e duro che il

piccone lo scalfiva a mala pena. Le schegge uscite da questo foro si trovarono disperse in *diversi sensi*, ad una distanza maggiore di 16 metri.

Nella notte del 21 al 22 giugno 1723, il fulmine spezzò un albero nella foresta di Nemours. I due frammenti del pedale aveano una 5 e l'altra 7 metri di lunghezza. Quattro uomini non avrebbero sollevato il primo; intanto il fulmine lo gettò a 15 metri di distanza. Il secondo era a 5 metri lontano dal suo primo luogo, ma in una direzione opposta al primo frammento; il suo peso sorpassava quello che otto uomini non avrebbero potuto muovere.

In gennaio 1762, il fulmine cadde sul Campanile della chiesa di Bricâ, in Cornouailles. La torretta (pinacle) di fabbrica, dalla parte del sud-ovest, fu rotta in cento pezzi e del tutto distrutta.

Una pietra del peso di un *quintale e mezzo*, era stata gittata sul tetto della chiesa, nella *direzione del sud*, alla distanza di 55 metri (Sixty yards.)

Fu trovata un' altra pietra a 364 metri (400 yards) lontana dal campanile, ma verso il *nord*; una terza era a sud-ovest.

» A Funzie, in Fetlar (Scozia), verso la
» metà del secolo passato, una roccia di mica-
» scisto, di 105 piedi inglesi di lunghezza, di
» 10 di larghezza, ed in alcune parti di 4 di al-
» tezza, fu svelta in un istante da un colpo di ful-
» mine, e rotta in 3 grandi parti, senza contare
» le piccole. Una di queste parti, di 26 piedi di
» lunghezza e di 7 di larghezza e di 5 di grosez-

» za, lanciata sopra una collinetta, cadde ad una
» distanza di 45 metri (50 yards). Un' altra
» parte di circa 40 piedi di lunghezza, fu gittata
» nella stessa direzione, con una forza anche mag-
» giore, e si perdè nel mare. »

(Estratto, per cura d'Hibbert, da' manoscritti di George Low citato da Lyell nel 1.° vol. dei suoi principj di Geologia.

Il 6 agosto 1809, a Swinton, lontano circa 5 miglia da Manchester, il tuono produsse sopra una parte della casa di Chadwick alcuni effetti meccanici notabili, che noi descriveremo senz' occuparci ora della loro spiegazione. Un piccolo edifizio di mattoni, destinato a tenere carboni di terra, con una cisterna nella parte superiore, era sovrapposto alla casa di Chadwick. Le mura aveano tre piedi inglesi di grossezza, ed erano alte 12 piedi. I loro fondamenti poi erano un piede circa al disotto del suolo.

Il 2 agosto, a 2 ore dopo mezzodì, dopo alcune scariche ripetute d'un tuono lontano, e che pareva avvicinarsi, si fece sentire uno scoppio spaventevole. Esso fu immediatamente seguito da torrenti di pioggia. Un vapore solforoso circondò la casa per alcuni minuti.

Il muro esterno del piccolo edifizio concavo e della cisterna, fu divelto dalle sue fondamenta, e sollevato per interò; la forza elettrica lo portò verticalmente, senza *rovesciarlo*, ad una certa distanza dal luogo che prima occupava. Una delle sue estremità si era allontanata di 9 piedi, l' altra di 4.

Il muro così *sollevato* e *trasportato*, si compo-

neva, senza contare la calcina, di 7000 mattoni e potea pesare circa 26 botti grosse.

Nel momento del fenomeno la cantina conteneva una botte di carbone, e la cisterna una certa quantità d'acqua.

(Mem. di Manchester, Tom. II. sec. serie.)

§. XX.

Il fulmine, passando vicino ad un ago di bussola, ne altera il magnetismo, lo distrugge interamente, o rovescia i poli. Date le stesse circostanze, può comunicare un magnetismo più o meno forte a certe aste di ferro o d'acciaro, che per l' innanzi non ne offrivano alcun segno.

Queste sono certamente proprietà del fulmine assai curiose. Ed i lettori saranno mossi dal desiderio di sapere come si sono scoperte, vorranno pure che loro si dica se i rovesciamenti di polo dell'ago di bussola sono fenomeni rarissimi. Io farò di raggiugnere questo doppio scopo con le citazioni seguenti.

Verso l' anno 1675, due bastimenti inglesi moveano di conserva in un viaggio da Londra alla Barbade. All'altezza de'Bermudes, il fulmine ruppe l' albero maestro d' uno di essi, e ne lacerò le vele; l'altro non ricevè alcun danno. Il capitano di questo secondo bastimento, avendo osservato che il primo si rivolgeva, e pareva volesse ritornare in Inghilterra, dimandò la cagione di quest' improvisa determinazione, e con maravi-

glia conobbe che il compagno credeva di seguitare ancora la prima via.

Un esame attento delle bussole del bastimento fulminato, mostrò che, i gigli delle rose dei venti, che prima com' era costume si dirigevano al nord, segnavano per contrario il sud, in modo che il tuono avea totalmente rovesciato i poli. Questo stato di cose durò per tutto il resto del viaggio.

Nel mese di luglio 1681, il naviglio l' Albemarl che si trovava allora ad un centinaio di leghe lontano dal capo *Cod*, fu colpito dal fulmine. Gli alberi e le vele ec. ebbero gravissimi danni. Oltre a ciò, giunta la notte, ciascuno riconobbe secondo la direzione delle stelle, che delle tre *bussole* ch' erano sul bastimento due, in luogo di segnare il nord come prima, segnavano il sud, e che della terza il punto nord era diretto all' ovest. (Questo fatto è riferito da Boyle).

Il fulmine scoppiò sul bastimento inglese il Doves, capitanato da Waddel il 9 gennaio 1748, essendo a 47° 30' di latitudine nord e 22° 15' di longitudine occidentale da Greenwich. L'albero maestro, il ponte, le camere, ed alcune parti del legno, furono più o meno danneggiati. I poli degli aghi, nelle quattro bussole che portava il bastimento, *furono rovesciati*: il nord era passato al sud e reciprocamente.

Un colpo di fulmine distrusse, ora sono alcuni anni, il magnetismo delle quattro bussole che erano sul bastimento *Medusa*, nel viaggio che faceva dalla Guayra a Liverpool. Di questi quat-

tro strumenti due erano sul ponte e due nella camera del capitano. (Silliman, tom. XII, 1827.)

Il colpo di fulmine, già citato molte volte, che colpì il New-York nel 1827, ebbe per effetto una diminuzione considerabile, e ancora la neutralizzazione compiuta del magnetismo degli aghi delle quattro bussole, di cui questo bastimento era provveduto.

I rivolgimenti di poli degli aghi della bussola, prodotti dal fulmine, debbon essere più frequenti di quello che i fisici non immaginano. Nel breve intervallo dal 1808 al 1809, io fui quasi testimone di due avvenimenti di questa natura. Il primo accadde sul legno francese di guerra la *Balena*, che io vidi entrare assai danneggiato sulla spiaggia di Palma a Mallorca, il secondo sopra un bastimento genovese che venne a rompersi sulla costa, a qualche distanza da Algieri, nel momento in cui il capitano, ingannato dalla posizione straordinaria che un colpo di tuono avea dato alle bussole, credeva di andar verso il nord.

Nel fatto avvenuto all' Albemarl, che io ho tolto da Boyle, si tratta d'una bussola che, dopo un colpo di fulmine, *segnava l'ovest*. I giornali nautici citano alcuni casi ne' quali, per l' influenza della stessa meteora, gli aghi s'erano voltati d'una maniera permanente a Nord-nord-ovest, o a nord-ovest, o a sud ovest; ec. Per dire la stessa cosa in altri termini, il fulmine non avrebbe solo la proprietà di rovesciare i poli, nord per sud e reciprocamente; l'alterazione non sarebbe più limitata ad un angolo ret-

to, ma potrebbe avere tutt'i valori compresi tra o e 180.°

Questi fatti sono stati considerati come impossibili, ma a me pare senza buone ragioni. Gli aghi delle bussole sono ordinariamente come rombi di acciaio *molto allungati*. I poli occupano i due estremi della maggiore diagonale; ma con un poco di cura, maneggiando convenientemente le calamite naturali o artificiali che servono a magnetizzare questi aghi, questi si potrebbero portare all' estremità della piccola diagonale; ed allora questa si situerebbe poco discosto dal meridiano: la grande segnerebbe l'est e l'ovest. Il tuono dee pure poter fare qualchevolta quello che farebbero le calamite. Un colpo di fulmine può trasportare i poli dell' ago dagli angoli acuti agli angoli ottusi del rombo, o ad un altro punto qualunque intermedio fra queste due posizioni estreme. Dopo il cangiamento, i gigli della rosa de' venti, che l'artista aveva diligentemente adattata al polo nord, corrispondendo ad un altro punto, dobbiamo noi maravigliare se si dirigono, secondo la maggiore o minore distanza, al nord ovest, al nord-est, all'ovest, all' est, ec.?

Io mi sono certamente posto nelle condizioni più possibilmente favorevoli, allorchè ho supposto che gli aghi delle bussole marine sono stati sempre fatti con masse d'acciaro compatte d'una *certa larghezza*. Di fatti, una volta quest' aghi si formavano di due *fili* distinti dello stesso metallo, leggermente piegati nel mezzo. Per potersi ravvicinare, questi fili formavano il *contorno* d'un

rombo. L'ago era dunque un rompo vuoto e non pieno, come si fa ai giorni nostri. Uno de' fili formava i due lati a dritta; l' altro i due lati a sinistra. Ai due estremi della diagonale maggiore, ai due angoli acuti del rombo, i due fili erano posti in contatto con un semplice ravvicinamento. In un modo simigliante si vuol dar luogo alla distribuzione del magnetismo il più complicato; alla formazione di punti conseguenti; e quindi a tutte le bizzarrie poste fuori proposito, fondate sulle narrazioni de' creduli naviganti.

Dopo questi casi ne' quali il fulmine ha modificato lo stato de' corpi *prima magnetizzati*, passiamo ai casi ne' quali esso è stato principio magnetizzante.

In giugno 1731, un mercatante avea posto nell' angolo della sua stanza, a Wakefield, una gran cassa di coltelli, forchette, e molti altri oggetti di ferro e d' acciaio, che doveano essere mandati alle colonie. Il fulmine entrò nella casa precisamente in quest' angolo; ruppe la cassa, e disperse tutto quello che v' era dentro. Le forchette, i coltelli, o con tracce di fusione, o perfettamente intatti, certo erano tutti divenuti fortemente magnetizzati.

Dopo il colpo del fulmine che colpì il bastimento, il Dover, in gennaio 1748, il capitano Waddel riconobbe che un gran numero di pezzi di ferro e d' acciaio, posti presso l' abitacolo, erano stati fortemente magnetizzati.

Io ho letto una volta che il fulmine che cadde nella bottega d' un calzolaio, in Sovabe, magnetizzò per modo tutti gli ordigni, che quel

povero artigiano non poteva più servirsene. Egli era sempre occupato a togliere dal martello, dalle tanaglie e dal suo trincetto, i chiodi, gli aghi, le lesine, che vi si erano attaccate sulla panca.

Allorchè il New-York giunse a Liverpool in maggio 1827, dopo essere stato due volte colpito dal fulmine, Scoresby riconobbe che i chiodi de' palancati e delle assicelle rotte, e le ferrature degli alberi cadute sul ponte, e i coltelli e le forchette, nel momento della scarica posti nella stanza dov' era chiuso il biscotto, ed infine le punte d' acciaro degli strumenti matematici, aveano acquistato un magnetismo sensibilissimo.

Le alterazioni che il fulmine fa soffrire agli aghi magnetizzati delle bussole nautiche, hanno spesso portato gravissime conseguenze. Noi già abbiam detto, che dopo un colpo di fulmine, ingannati i naviganti dalle false indicazioni de'loro strumenti dierono in certi scogli, donde credeano a vele gonfie di allontanarsi. L' improviso magnetizzarsi di tante masse di ferro, poste sopra un naviglio, può creare potenti centri d' attrazione.

Di quì, senza che le bussole si sieno disordinate di per sè stesse, vengono certe deviazioni locali, tanto più nocevoli, per quanto son pochi i mezzi che ha il navigante in pieno mare di assicurarne l'esistenza, e determinarne sopratutto il valore. Questi due generi di perturbazioni non sono le sole contro cui il pilota deve armarsi. Quando un colpo di fulmine magnetizza i diversi pezzi d' acciaro che entrano a formare un crono-

metro e particolarmente il bilanciere, una nuova forza, il magnetismo terrestre, si aggiugne a quello delle sfere, che prima regolavano il cammino di queste maravigliose e delicatissime macchine. Questa nuova forza dà luogo qualchevolta ad acceleramenti e ritardamenti sensibili. E dopo un certo numero di giorni di navigazione, possono pure aversi errori pericolosissimi sulla longitudine geografica. I cronometri del bastimento, il New-York per esempio, giunti a Liverpool, erano di 33' 58'' avanti al punto che avrebbero dovuto segnare, se il fulmine non avesse colpito il bastimento. Il pericolo che il fulmine può far correre ai naviganti, alterando il cammino dei loro cronometri, non è stato osservato che da pochi anni.

§. XXI.

Il fulmine nel suo rapido cammino obbedisce a certe azioni che dipendono da' corpi terrestri, vicino ai quali scoppia.

A dimostrare che il fulmine, nel suo rapidissimo cammino, è governato da certe forze dipendenti dalla natura e dalla porzione de' corpi terrestri, vicino ai quali scoppia, nulla non mi sembra più proprio della relazione indirizzata a Nollet, in luglio 1764, dal Conte di Latour-Landry, intorno al colpo di tuono che colpì la chiesa di *Antrasme* presso *Laval*.

Il 29 giugno 1763, in mezzo ad una violenta tempesta, il fulmine cadde sul campanile d' *An-*

trasme ; esso penetrò nella Chiesa, fuse o anneri le doratùre de' quadri e de' contorni di certe *nicchie* ; lasciò annerite e mezzo bruciate le ampolline di stagno poste in un piccolo armario ; in fine fece due fori profondi, regolari come quelli d' un succhiello, in una credenza dipinta di marmo , e situata in una nicchia di pietra di tufo.

Tutti questi danni furono riparati , rifatte le dorature , chiusi i forami , dipinto ciò ch' era stato scolorato ; ebbene, il 20 giugno 1764 , il fulmine cadde sullo stesso campanile ; di là passò nella stessa chiesa , dove annerì le dorature che erano state annerite l' anno avanti , e ancora di più , fuse le stesse cose e negli stessi limiti ; le due anforette erano annerite , bruciate come prima ; finalmente i due forami chiusi e dipinti , si trovarono un' altra volta aperti.

Coloro che vorranno prendersi la pena di riflettere alle migliaia di combinazioni che avrebbero potuto rendere diverso il cammino de' due colpi di fulmine del 1763 e del 1764, senza ostacoli potranno vedere nella perfetta identità degli effetti delle due meteore , una ripruova delle proposizione che io ho posto in capo a questo paragrafo.

§. XXII.

Il fulmine più che ogni altra cosa attacca i metalli, quando ve ne ha, o scoperti o nascosti, sia nelle circostanze de' luoghi dove cade direttamente, sia vicino a quelli, dove giugne serpeggiando nel suo cammino.
Il fulmine non produce danni notabili se non al suo primo entrare nelle masse metalliche, o al momento in cui esce.

Di tutte le proprietà del fulmine, queste sono senza dubbio le più importanti. E quindi alcuno non si maravigli se io ho cercato di fermarle con numerose osservazioni, che per la diversità delle circostanze non lasceranno alcun luogo a dubbio.

Quanto al potere che i metalli hanno di trarre a sè tutta o quasi tutta la materia fulminante, da cui possono trovarsi all' improviso avviluppati, nulla crediamo che possa più istruirci del caso del fulmine, già citato in un altro capitolo, che nel 1754 produsse tanti danni sull' immensa torre di legno di Newbury, negli Stati-Uniti.

Il fulmine cadde sulla parte superiore di questa torre. Ed era assai potente, poichè distrusse radicalmente e gettò in luogo lontano una piramide di legno di 21 *metro di altezza.*

Come fu rasa questa grande piramide, il fulmine trovò nel suo cammino un filo metallico che univa il martello della campana alle ruote d' un orologio posto *sei metri* più sotto, e riducendosi

tutto o quasi tutto sopra questo filo, lo fuse in alcune parti. Io giustificherò le parole, *quasi tutto*, dette quì sopra, dicendo che nell'estensione verticale di *sei metri* occupata dal filo, il legno della torre ch' era intorno non soffrì alcun danno, quantunque il fulmine non avesse esaurito la sua forza sulla piramide superiore, come si vede chiaramente da' danni che produsse, continuando il suo *cammino discendente*, dopo terminato il filo metallico. Difatti, giunto all'estremità inferiore di questo filo, il fulmine si precipitò di nuovo sul legno della torre, e lo danneggiò considerabilmente. Tale era pure la sua intensità, anche giugnendo al suolo, perocchè tolse diverse pietre da' fondamenti dell' edifizio, e le gittò ad una certa distanza.

Nella notte dal 17 al 18 luglio 1767, il fulmine cade a *Parigi* sopra una casa della strada *Plumet*, e ne percorre tutte le parti. Molti quadri si trovavano sospesi in una camera; il fulmine *investe solo quello ch' era dorato*. Una lanterna di latta e due bottiglie di vetro piccolissime erano sopra la stessa tavola; la *lanterna è rotta* e in parte *fusa*; le due bottiglie restano intatte. In un' altra camera, un *bacino di ferro* è fatto in molti pezzi: tranne questo non si osserva altro danno. D' altronde una cassa di legno conteneva molti ordigni di *ferro*; il fulmine rompe la cassa; investe questi ferri per modo che presentavano segni evidenti di fusione, e non accende una mezza libbra di polvere di cannone, ch'era in una borsa aperta e posta in mezzo a tutti questi pezzi metallici fusi.

Il 15 marzo 1773 il fulmine cadde a Napoli sulla casa di lord Tylney. In questa casa erano molte persone in quel giorno: e forse non meno di 500 individui. Intanto, niuno di costoro non fu veramente ferito.

Il giorno appresso, Saussure e Hamilton (ch'erano stati presenti all'avvenimento) riconobbero che quasi tutte le dorature, le cornici delle soffitte, le bacchette poste intorno alle tappezzerie, le parti dorate delle sedie e de'sofà in contatto con queste bacchette, i pilastri dorati delle porte, e de'fili de'campanelli, erano fusi, anneriti, o screpolati. E come avviene ordinariamente, là furono trovati i maggiori effetti, dove la materia fulminante avea trovato qualche interruzione di continuità.

Un colpo di fulmine capace di fondere un filo di campanello ucciderebbe un uomo. Quì, come abbiam detto, niuno non fu ferito. Egli è dunque provato che la materia fulminante, percorrendo *nove stanze*, chè tante ne contenea l'appartamento di lord Tylney, si portò quasi tutta, più che in ogni altra cosa, sulle parti metalliche che queste nove stanze aveano.

Questi fatti precisi, e speciali, mi danno diritto a passare ora ad altri esempli che ci mostreranno il fulmine *uscire* evidentemente della sua via primitiva, per andare a colpire certe masse metalliche, dietro a grosse fabbriche, e pure nel loro interno.

Il fulmine, caduto sopra una grossissima verga di ferro piantata nel tetto della casa di Raven, nella *Carolina* (Stati-Uniti), percor-

se un filo d'ottone, che poneva, per la *parte* esterna *dell' edifizio*, una comunicazione stretta tra questa verga ed un'asta dello stesso metallo infossata nella terra. Il fulmine, nel suo cammino discendente, fuse tutta la parte del filo compresa tra il tetto ed il pian terreno, e ciò, senza danneggiare in alcun modo il muro, al quale questo filo era per così dire attaccato: all'altezza del pian-terreno, le cose presero un aspetto tutto differente. Di qui in fino alla terra, il filo non fu più fuso. Al punto dove questa fusione cessò, il fulmine, uscendo della sua via, fece un forame larghissimo nel muro della casa ed entrò nella cucina.

La cagione di questa deviazione singolare, di questa deviazione ad angolo retto, non fu un mistero per alcuno, dopo essersi osservato che il foro del muro era *precisamente all' altezza* d' una canna di fucile, ch'era diritta appoggiata a questo stesso muro. Aggiungiamo che la canna non soffrì alcun danno, e che il calcio dell'archibugio, per contrario, fu rotto, e che ad un poco di distanza fu danneggiato in qualche modo il focolare del *cammino*.

Il fatto, di cui abbiamo esposto tutt'i particolari, mena a due conseguenze principali. E mostra dapprima che l' azione (sia qualunque la sua natura) in forza della quale i metalli s'impadroniscono della materia fulminante, può *esercitarsi* ancora attraverso ai muri. Ed oltre a ciò dimostra che la massa del metallo non è senza influenza; che in certe date circostanze, il fulmine può abbandonare un filo sottile per tra-

sportarsi, pure a qualche distanza, sopra una verga massiccia.

Nel 1759, il distaccamento che veniva condotto dal Forte-Reale a S. Pietro dal capitano inglese Dibden, prigioniero di guerra nella Martinica, s'arrestò per difendersi dalla pioggia a piè del muro d'una piccola cappella, che non avea nè torre nè campanile. Un violento colpo di tuono lo sorprese in questa posizione ed uccise due soldati. Il fulmine, in questo medesimo colpo, fece nel muro, dietro a quelle due vittime, un'apertura di circa 4 piedi d'altezza e 3 piedi di larghezza. Verificata ogni cosa, fu trovato, che in quella parte del muro distrutta, dove i due soldati fulminati s'appoggiavano, *corrispondevano esattamente* nell'*interno* della cappella più aste di ferro massicce destinate a sostenere una tomba. Coloro che non ebbero la sventura di trovarsi per caso posti in quel luogo, non soffrirono alcun male.

Un violentissimo colpo di fulmine investì, il 10 giugno 1764, il bel campanile di *Saint-Brides* a Londra, e vi produsse gravi danni, che furono subito esaminati e descritti da *William Walson* e da *Edward Delaval*. Ed ecco ciò che fu osservato di più notabile.

Il fulmine cadde da prima sulla banderuola del Campanile; di là scese lungo un'asta di ferro, quasi tutta introdotta in certe pietre di taglio massicce, di cui era formata la guglia della torre. Questo ferro, di 2 pollici inglesi di diametro (5 centim.), avea 20 piedi inglesi di lunghezza (6 metri), e dall'estremità inferiore

6

posava in un cavo di 5 pollici (12 centimetri) di profondità, formato al centro della più bassa delle pietre di taglio sopra cennate. Una saldatura di piombo univa l' asta di ferro alla pietra , più strettamente ch' era possibile.

Che produsse il fulmine in questa parte superiore del Campanile di Saint-Bride ? Il fulmine tolse ed annerì leggermente un poco della doratura , nel punto più elevato della croce di rame, ch' era sopra al campanile ; fuse quà e colà alcune piccole parti di saldatura , nel suo cammino lungo 6 metri di asta , non lasciò alcuna traccia notabile , nè sul ferro , nè in alcun punto della fabbrica circostante ; ma là dove terminò il metallo , ivi cominciarono i veri danni. La grossa pietra di taglio in mezzo alla quale l' estremità inferiore dell' asta era saldata a piombo , offriva in alcune schegge , in alcune fenditure dirette quà e là , alcuni segni manifesti d' una violenta scossa. All' altezza di questa stessa pietra , s' era formata una larghissima apertura , di dentro in fuori , nella parete del campanile. La discesa del fulmine parve che dopo fosse avvenuta per salti, fra ciascuna spranga di ferro e l' altra che veniva immediatamente dopo. In questa specie d' itinerario ei bisogna non limitarsi ai soli pezzi metallici visibili. Le spranghe poste in mezzo alle mura , per unire le pietre di taglio tra loro , non isfuggirono più delle altre alla materia fulminante.

In somma furon vedute delle pietre spezzate , polverizzate, tolte di sito, gittate come proiettili, all' estremità stesse , o molto accosto all' estremi-

tà delle spranghe di ferro poste ne' muri del campanile. Per tutt' altro i danni erano o nulli o leggeri. Dopo questi effetti, potrebbe dirsi, che il fulmine non giugne a sprigionarsi dall' estremità de' pezzi metallici che ha investiti, se non coll' aiuto d' un violento sforzo che distrugge tutto quello ch' è intorno.

Questa proprietà della materia fulminante di trasportarsi in gran quantità su' metalli, anche a traverso di grosse masse di pietra, da cui possono essere ricoperti; e l' altra di metterli perfettamente al nudo, è troppo importante sopratutto per le applicazioni di cui è capace, onde mi dev' essere conceduto di aggiugnere un altro fatto ai precedenti.

Nel 1767, come si è veduto più sopra, il fulmine entrò per la cima d' un collo di cammino in una casa della strada *Plumet*, à Parigi. Noi già abbiamo parlato della sua azione nella parte *interna del luogo*. Tutt' i danni di fuori si trovarono concentrati in un sol punto, che pure non era nè il più alto nè il più esposto; il cornicione della casa fu tutto distrutto e gittato via. Quando tutt' i pezzi di ferro, che questo cornicione nascondeva, furon veduti scoperti, ognuno comprese ch' essi erano stati la cagione principale d' un effetto, che senza ciò, sarebbe stato ugualmente inesplicabile e per il luogo e per l' intensità.

Noi abbiamo veduto il fulmine non produrre alcun danno, finchè trovasi a percorrere una verga di ferro continuo; ma poi manifestare il suo uscire all' *estremità del metallo*, con rotture,

polverizzazioni, e gittando via delle materie solide ch' erano intorno a quel punto. Le materie rotte, polverizzate, sgretolate, gittate via, erano generalmente pietre di taglio o di fabbrica. E qui dimandiamo se alcuno mai ha osservato esattamente gli stessi effetti sopra sostanze diverse. Se v' ha de' corpi ne' quali il fulmine potrebbe passare, uscendo da un metallo, senza rompere nulla, senza nulla distrùggere. Se la terra ordinaria tiene luogo fra questi corpi.

Quando s' introduce nella terra un'asta di ferro, colpita dal fulmine, abbiamo due casi a considerare. Se la terra è secca, il fulmine non vi penetra, uscendo dal ferro, che con una specie di scoppio; e gli effetti che produce sono analoghi a quelli che ci sono stati offerti dalle fabbriche e dalle pietre di taglio. Nel caso contrario in cui la terra si trova assai piena d' umidità, tutto passa tranquillamente, senza effetti meccanici notabili. La terra umida, e con più ragione l'acqua pura, aprono un passaggio alla materia fulminante, che si sprigiona dalle aste di ferro che esse toccano, quasi come sarebbe il prolungamento di queste medesime aste in contatto con ogni altra massa metallica.

Citiamo alcuni fatti per appoggio di queste asserzioni.

Il 28 agosto 1760, il fulmine colpì una spranga di ferro posta sul tetto della casa di *Maine* (Stati Uniti) e la fuse in alcune parti. La spranga giugneva fino a terra, e non vi penetrava assai profondamente; ma avea il suo termine in alcuni strati un poco umidi. Il fulmine non ne

uscì senza scoppio; e produsse certi fori e certi sollevamenti di terra, e parte si gittò sulle fondamenta della casa, dove fece alcuni leggeri danni.

Il 5 settembre 1779, il fulmine cadde a Manheim sopra una spranga di ferro che s'innalzava verticalmente al disopra del tetto del palazzo dell' ambasciatore di Sassonia, e giugneva fino a terra non interrotta mai, da prima lungo il tetto, e poi lungo uno de' muri dell' abitazione. Abbandonando la spranga per entrare nella terra, che non era molto umida, il fulmine produsse un vortice di sabbia, che molte persone videro in quel momento stesso, e del quale furono trovati poi segni evidenti.

Gli effetti meccanici non sono il solo mezzo come provare, che un terreno poco umido possiede assai incompiutamente la proprietà di togliere alle spranghe metalliche la materia fulminante, di cui possono essere piene. Alcuni fenomeni di luce conducono spesso allo stesso risultamento.

Un' asta di ferro, di 3 a 4 centimetri di quadratura, qualunque sia la sua lunghezza, trasmette il colpo più violento di fulmine fino alle viscere della terra, e se ne libera, se questa terra è umida, senza che alcun barlume di luce si vegga in alcuna parte. Supponete la terra secca, e allora la spranga di ferro si mostrerà raggiante. Non rendete umida che la sola superficie del terreno, e questa superficie comparirà come tutta di fuoco. Così, allorchè il fulmine colpì a Filadelfia una spranga di ferro, che dall' estremità superiore dominava la casa di West,

e dall'altra penetrava alla profondità di 1^m, 5, in una terra imperfettamente umida, ei cadeva una pioggia suonante. Questa pioggia avea rammollito il pavimento: il pavimento, nell'istante dello scoppio, parve come solcato da vive fiamme fino a molti metri di distanza.

§. XXIII.

Allorchè l'atmosfera è tempestosa, avvengono al tempo stesso grandi turbamenti, e nelle viscere della terra, e nella superficie e nel seno delle acque.

Davini scriveva a Vallisneri, ch'egli avea osservato, vicino Modena, una fontana le cui acque erano sempre limpide quando il tempo era sereno, e divenivano torbide quando il Cielo era annuvolato. Io non so se quest' osservazione sia stata verificata di poi; in ogni caso Vallisneri non la rivocò punto in dubbio. Egli aggiugneva, come risultamento delle sue proprie osservazioni, che le acque salse di Zibio, di Querzola, di Cassola ec., pure del Ducato di Modena; e le *solfatare* annunziano una tempesta, prima che venga, e prima ancora che si formi; e ciò per una certa specie di bollimento, per certi rumori simili a quelli del tuono, e qualchevolta ancora per certi veri colpi di fulmine.

Toaldo citava due fenomeni simiglianti, ch'egli stesso avea osservati, e che io stimo pregio dell'opera dover qui rapportare.

Nelle colline del *Vicentino*, a poca distanza

dalla Chiesa parrocchiale di *Molvena*, avvi una fontana, che gli abitanti chiamano *Bifoccio*, giacchè in verità essa contiene due sorgenti. Quando si *apparecchia* una tempesta, questa fontana, anche dopo essere stata lungamente disseccata, ed in tempi di aridità, allaga subitamente, e riempie un largo canale d'un'acqua torbidissima, che si spande nelle valli vicine.

A 2 miglia lontano della sorgente di *Bifoccio*, dice Toaldo, vicino la Chiesa parrocchiale di *Villaraspa*, nella casa di *Giuseppe Pigati* di Vicenza, v'è un pozzo profondo, che gorgoglia per modo all'*avvicinarsi* d'una tempesta, e fà un rumore così grande, che gli abitanti de'luoghi vicini ne sono tutti spaventati. (1)

Io ardisco di affermare che spesse volte si vanno a cercare lontano, in un altro emisfero, delle ragioni studiate e mille volte meno importanti di quelle due che qui ho accennato.

Il giornale di Brugnatelli ci narra, che il 19

---

(1) Sarebbe quì il caso di toccare degli scrosci sotterranei, che sentono nel tempo delle tempeste, coloro che stanno vicino a molte aperture naturali, per mezzo di cui il celebre lago di Zirknitz si riempie e si vuota periodicamente. Valvasor ci dice, che due di queste aperture portano due nomi (Vella e Mala-Bobnaza), che nel linguaggio della Carniola voglion dire il più piccolo e 'l più grande tamburo. Qui senza dubbio vediamo esposto tutto ciò ch'è mestieri per credere a questi rumori sotterranei; ma quì (poichè non si può muover dubbio quanto a Villaraspa, perchè il fenomeno, come si è veduto, non si manifesta innanzi che la tempesta cominci), quì il rumore è forse un semplice fenomeno d'acustica, una successione d'echi, o pure viene da una specie di tempesta interna in relazione con la tempesta atmosferica? Noi manchiamo di dati per decidere tra queste due ipotesi.

luglio 1824, dopo una *tempesta*, le acque del lago *Massaciuccoli*, nel territorio di Lucca, divennero bianche, come se dentro si fosse sciolta una gran quantità di sapone. Questo stato di cose durava pure il giorno 20. Il dimane furono trovati sulla riva molti pesci morti, e grandi e piccoli.

Non è questo un doppio indizio di qualche emanazione sotterranea, che durante la tempesta del 19 si manifestava a traverso il fondo limaccioso del lago?

Gli storici, i meteorologisti, citano certe inondazioni locali, i cui effetti parvero ben superiori a ciò che poteva far temere la mediocre quantità di pioggia, piovuta dalle nuvole e caduta in qualche fosso. È raramente accaduto che in questo caso non si sieno vedute, in un tempo più o meno lungo, delle immense quantità d'acqua sorgere dalle viscere della terra per aperture fino allora sconosciute; e che *una violenta tempesta non sia stata il precursore del fenomeno*, e *probabilmente la sua prima cagione*. Tali furono, di punto in punto, per esempio, nel giugno 1686, le circostanze dell'inondazione, che distrusse quasi del tutto le due ville di Kellevell, di Starbotton nel Contado d'York. Durante la tempesta si formò una immensa fenditura nella montagna vicina; e, come dicono i testimoni di veduta, la massa fluida che se ne sprigionò, contribuì non meno che alla pioggia, alle disgrazie che si ebbero a deplorare.

Io potrei esaminare un gran numero di casi simili al precedente; ma come per loro natura essi

lasciano sempre qualche incertezza, qualche dubbio nell'animo, io mi limiterò ad un solo e nuovo caso. Questo è garentito dalla grave autorità di *Beccaria.*

In ottobre 1755, una improvisa inondazione produsse immensi danni nella maggior parte delle valli del Piemonte. Il Po uscì de' suoi limiti. Il disastro fu preceduto da orrendi tuoni, come dice il dotto italiano. Per consentimento comune la cagione principale fu un immenso volume d'acqua sotteranea, che improvisamente, nell'ora della tempesta, uscì dal seno delle montagne per nuove vie.

Queste fenditure ne' varj luoghi della superficie solida del globo non avrebbero nulla di straordinario, se non fosse provato che ne' giorni tempestosi, l' acqua tende a riunirsi alle nuvole, che questa tendenza si manifesta con gonfiamenti sensibili. Ed ecco precisamente ciò che risulta con chiarezza dalle osservazioni fatte sul vascello il New-York in aprile 1827.

Mentre che la tempesta circondava questo naviglio il mare era in un gorgoglio continuo, e tale che avrebbe potuto far credere che quivi fossero molti vulcani sottomarini. E soprattutto si vedeano tre colonne d' acqua, che s' innalzavano nell'aria, e poi ricadevano spumeggiando, e poi di nuovo s' innalzavano per ricadere ancora un' altra volta.

In Alvergna, e propriamente sul monte d' oro, avvi un edifizio antichissimo, in mezzo al quale trovasi un cavo d' un sol pezzo di pietra, detto il *Cavo* di *Cesare.* Esso ha un metro di

larghezza e dodici decimetri di profondità. Il fondo di questo cavo ha due aperture, a traverso le quali due colonne d'acqua, uscendo di terra, zampillano con un certo gorgoglio, producendo un rumore, una specie di *eruttazione*, la cui intensità, dopo le osservazioni spesso ripetute del Dottor Bertrand, *cresce considerabilmente* quando il tempo è procelloso. Gli abitanti della valle aveano pur essi trovato in quel rumore della sorgente di *Cesare*, un segno precursore delle tempeste. E dicono che questo segno non inganna mai.

Un tal fenomeno merita certo di essere studiato con molta cura. E non sarà meno importante per la scienza il ricercare s'è vero, come Berzelius crede di avere osservato, che le boccette ben chiuse, con dentro acqua caricata d'acido carbonico, scoppiano nelle ore delle tempeste più frequentemente di quello che non accade d'ordinario; se si giugnerà a provare, che le vibrazioni impresse sul vetro dallo scoppio del fulmine, nulla non aggiungono all'effetto che ha osservato l'illustre chimico svedese.

Il celebre Duhamel di Monceau riferisce che i lampi senza tuono, senza vento e senza pioggia, hanno la proprietà di rompere le spighe d'avena. Gli agricoltori conoscono quest'effetto, e dicono che i lampi *distruggono* le *avene*.

Il 3 settembre 1771, Duhamel fu egli stesso testimone di questo fenomeno nel Castello di Denainvilliers, vicino Pithiviers. Nella notte del 2 al 3 settembre, lampeggiò molto verso il mattino. Fatto giorno si trovarono rotte dal primo no-

do tutte le spighe mature. Le sole spighe verdi restarono in piedi. I contadini risolvettero di falciare tutto.

Duhamel rapporta pure come un fatto, che i lampi fan cadere il grano nero o saraceno che si trova in fiore.

E volendo dire un poco dell'azione che l'*atmosfera tempestosa esercita* su' vigetali, ecco un fatto garentito da'compilatori della *Biblioteca britannica* di *Ginevra*, e del quale uno di essi era stato testimone. Ecco le loro espressioni.

» Nel mese di maggio dell'anno 1795, si toglieva la scorza da un bosco di quercie, ch'era » sopra un luogo eminente, a due leghe lontano » da Ginevra. Questa operazione non è possibi- » le se non nella stagione in cui il succo, essen- » do in movimento tra il legno e la scorza, di- » strugge la loro aderenza, e fa che possano se- » pararsi con facilità; e gli operai osservano che » lo stato dell' atmosfera influisce segnatamente » sopra quest'operazione. Un giorno spirava un » vento boreale, ed il Cielo era sereno; la scor- » za dell' albero non si togliea che a gran diffi- » coltà. Dopo mezzo dì il tempo s'infoscò all'oc- » cidente, e cadde un tuono . . ; ed in quell' i- » stante la scorza degli alberi si snodò per così » dire di per se stessa, con grande maraviglia » degli operaj, i quali tutti furono lieti di que- » st' accaduto; e furono tanto più pronti ad at- » tribuirlo allo stato tempestoso dell' aria, in » quanto che si vide sparire insieme con questi » fenomeni dell' atmosfera. » (Biblioth. brit. vol. 11, p. 221).

Io passo sotto silenzio tutte le cose che si dicono intorno alla proprietà che avrebbe il fulmine, anche senza cadere, di far denso il latte, d'inacidire il vino, d'accelerare la corruzione delle vivande ec. Io non conosco esperienze precise che ne stabiliscano l'esattezza. L'osservazione unanime de' cochi, de' mercatanti di vino, dei beccai ec. può bene render ragionevoli de' dubbj, ma non potrebbe tener luogo di pruova.

§. XXIV.

Lo stato eccezionale nel quale le tempeste atmosferiche mettono la parte sòlida del globo, si manifesta qualchevolta con certi scoppi fulminanti, che, senza alcune apparenze di luce, *producono non per tanto gli stessi effetti che il fulmine propriamente detto.*

Io non conosco che una sola osservazione diretta che possa giustificare questa proposizione; ma è molto netta e conveniente; e Brydone ne raccolse tutte le circostanze con tanta cura ed intelligenza, che quanto alle conseguenze che ne derivano, pare che non possa rimanere alcun dubbio.

Il 19 luglio 1785, poco dopo il mezzodì, scoppiò una tempesta, vicino Coldstream; e finchè non cessò si videro nella campagna vicina molti notabili avvenimenti, che io andrò quì disaminando.

Una donna che tagliava del fieno presso alle rive di Tweed cadde a rovescio. Ella chiamò im-

mantinenti le sue compagne, e disse loro che avea ricevuto sotto un piede, e non sapea come, un colpo violentissimo. In questo non si erano veduti nel cielo nè lampi nè tuoni.

Il pastore della villa di Lennel-Hill, vide cadere a pochi passi lontano da lui, un montone, che poco prima pareva sanissimo. Ei corse per alzarlo, ma lo trovò morto. Intanto la tempesta pareva allora che fosse lontanissima.

Due carretti carichi di carbone di terra erano ciascuno guidato da un cocchiere seduto in una piccola sedia d'avanti. Essi aveano traversato Tweed, e salito pure un'erta ch'era presso ai confini di questa riviera, quando udirono a vicenda un *forte scoppio*, simile a quello che viene da una scarica quasi simultanea di molti fucili, ma senza rumore continuato. In quest'istante il cocchiere dell'ultimo carretto vide quello che era avanti a lui, e i due cavalli e il suo compagno cadere a terra. Il Cocchiere e i cavalli erano morti. Esaminiamo scrupolosamente le particolarità di quest'avvenimento.

Il legno del carretto era stato assai danneggiato, e là soprattutto dov'erano alcuni fori e certe spranghe di ferro.

Un gran numero di pezzi di carbone si trovavano dispersi qua e là intorno al carretto. E dopo veduti molti di questi pezzi, si disse ch'erano stati sul fuoco per qualche tempo.

Il suolo avea due fori circolari in quel luogo stesso dov'erano le ruote nell'istante dell'avvenimento. Una mezz'ora dopo per questi due buchi usciva un odore che Brydone paragonò a quello dell'etere.

I due cerchi di ferro che coprivano le ruote, offrivano *segni evidenti di fusione in quella parte con che toccavano la terra nel momento dello scoppio*, e in niuna altra parte.

Il pelo de' cavalli era bruciato, particolarmente alle gambe, e sotto al ventre. Esaminando l'impressione fatta da questi animali sulle polvere dove caddero, fu riconosciuto che nel momento della loro caduta erano già morti, e che essi caddero come masse inerti, e non fecero alcun movimento convulsivo.

Il corpo dell'infelice cocchiere presentava quà e là segni di bruciatura. I suoi abiti, la camicia e soprattutto il cappello erano ridotti in pezzi, e mandavano un forte odore.

Ed ecco i principali effetti incontrastabili d'un colpo di fulmine ordinario; ebbene, lo *scoppio* non fu preceduto da *alcun lampo*, *da alcun fenomeno di luce*. Noi abbiamo per garanti di questo fatto notevole, il cocchiere del secondo carro, il quale in quel terribile istante ciarlava col suo compagno, e non n'era lontano che quasi 20 metri, ed ei lo vide cadere senz' avere scorto alcuna luce. Noi possiamo pure valerci della testimonianza del pastore della villa di S. Cuthbert; il quale disse a Brydone ch'egli seguiva con l'occhio i due carretti quando avvenne lo scoppio; che la caduta della vettura, de' cavalli e del cocchiere fu accompagnata da un turbine di polvere; ma che niun lampo niun tuono non fu visto nè udito. Noi aggiugneremo che Brydone nel momento stesso dell'avvenimento s'era posto davanti ad una finestra aperta, per mostrare ad al-

cune persone della sua campagnia come con un orologio a secondi può dedursi la distanza delle nubi procellose dal tempo che passa tra il lampo e il tuono; e che egli udì lo *scoppio* del fulmine senza che innanzi vi fosse stato alcun lampo.

Dopo molto tempo che accadde questo fatto, che noi abbiamo narrato, era in quel paese una grande sterilità.

§. XXV.

Lo stato particolare che una tempesta atmosferica comunica con la sua influenza al globo, si manifesta qualchevolta con brillanti e grandi fenomeni di luce, la cui sede da prima è la terra, e che spariscono dopo uno scoppio, sia nel luogo stesso dove si sono ingenerati, sia dopo un mutamento di luogo più o meno esteso e più o meno rapido.

Si potrebbe contradire questa proposizione quando potesse dubitarsi della veracità e della sincerità di Maffei. In una lettera indiritta a Vallisnieri, con la data del 10 settembre 1713, Maffei in effetti riferisce, ch'essendosi fermato un poco davanti al castello di Fosdinovo, nel territorio di *Massa Carrara*, per ripararsi da una tempesta e da un diluvio, fu ricevuto dalla padrona del Castello in una sala a pian terreno, e quivi egli e il Marchese di Malaspina videro apparire alla *superficie del pavimento*, un fuoco vivissimo, di una luce parte bianca e parte azzurra; e questo fuoco pareva che fosse assai agitato, ma senza mo-

vimento progressivo; e si dissipò com'era nato, cioè tutto ad un tratto, ma dopo avere acquistato un gran volume.

In quest'ultimo momento, Maffei si sentì dietro la spalla, di basso in alto un sollecito particolare; alcune calcine distaccate dalla volta della sala gli caddero sulla testa; da ultimo egli sentì uno scricchiolare, un rumore, ch'era diverso dallo scroscio ordinario del tuono.

Vi è tra noi chi rifiuti di porre la meteora luminosa e lo scoppio di Fosdinovo fra' fenomeni del fulmine? E Maffei dirà, in una lettera ad Apostolo Zeno, che il 26 luglio 1731, il tuono, che si manifestò a *Casalaone* con un fragore simile a quello d'una cannonata; che colpì la torre principale e ne distaccò lo scudo che portava le armi della città; che fece pure cadere un certo numero di pezzi di pietra, ec., era stato *preceduto*, in quel luogo, dall'apparizione d'un gran fuoco ad una picciolissima distanza dal suolo. Questo fatto non avea avuto per testimone un uomo di scienza che fosse conosciuto: esso non era certificato che da alcuni abitatori della piazza di Casalaone; e però Maffei non dimentica che l'abate *Girolamo Lioni* da *Ceneda* dice aver veduto egli stesso, vicino Venezia, una fiamma d'una estrema vivacità, a due braccia lontano dalla terra, innalzarsi, disparire, immediatamente dopo aver udito un rumore spaventevole.

Passiamo ad un'osservazione dell'autore dell' *Istoria Naturale dell' aria e delle meteore*, che non è meno particolarizzata di quella di Maffei.

» Il 2 luglio 1750, trovandomi, tre ore dopo

» mezzodì, mentre l'aria era in tempesta, nella
» Chiesa di S. Michele a Dijon, io vidi tutto ad
» un tratto, dice l'abate Richard, tra le due
» prime colonne della nave maggiore della Chie-
» sa, una fiamma di un color rosso assai arden-
» te, che stava in aria sospesa a tre piedi sopra
» il pavimento. Questa fiamma s'innalzò dopo
» fino all'altezza di 12 a 15 piedi, crescendo
» sempre di volume. Dopo avere percorso alcu-
» ne tese, continuando ad innalzarsi per dia-
» gonale, giunta quasi all'altezza della tastiera
» dell'organo, cessò, dilatandosi, con un ru-
» more simile a quello d'un cannone che fosse
» scaricato nella Chiesa stessa. »

(Histoire naturelle dell'air et des meteorès, t. VIII. p. 291.)

Il fatto che quì appresso esporrò, dimostrerà come per l'influenza d'una tempesta possono svilupparsi delle fiamme dal seno delle acque.

Nella notte del 4 al 5 settembre 1767, durante una *violenta tempesta*, l'appaltatore d'uno stagno, vicino Parthenai, nel Poitou, lo vide coverto in tutta la sua estensione da una fiamma tanto densa che gl'impediva di veder l'acqua (1).

Ei pare in fine che certe grandi meteore luminose, d'una natura simile a quella del fulmine, nascano qualche volta alla superficie del globo, pure quando il cielo non sembra procelloso. Io ne troverò la pruova in un fenomeno del ma-

---

(1) Il giorno appresso tutt' i pesci galleggiavano morti alla superficie dello stagno.

re, che già è stato accennato altrove per altra cagione.

Il 4 novembre 1749, ad una latit. bor. di 42° 48', e ad una longit. occident. di 11° $\frac{1}{3}$ (contata da Parigi), alcuni minuti prima di mezzodì, ed in *un tempo sereno*, un globo turchiniccio di fuoco, della grandezza apparente di una pietra di mulino, si avanzò rapidamente verso il vascello inglese, il Montague, ravvolgendosi sulla superficie del mare. Dopo di essersi il globo innalzato verticalmente a poca distanza dal naviglio, ne colpì gli alberi con uno scoppio simile a quello di molte centinaia di cannoni. L'albero maestro di vela era rotto in molti pezzi; il maggiore albero poi avea una larga fenditura da alto in basso; cinque marinaj furono gittati sul ponte senza sentimento; uno di loro era assai bruciato.

La natura fulminante del fenomeno pare doversi riconoscere dall' odore solforoso, che si sparse nelle batterie, e più particolarmente da questa circostanza, che certi grossi chiodi di ferro, svelti da diverse parti del legno, furono gittati sul ponte con tanta forza che quivi si conficcarono profondamente e dovette ricorrersi a forti tanaglie per sconficcarli.

Il saggio Dottor Robinson d' Armagh si è degnato di comunicarmi un fenomeno di luce notevolissima, osservato sulle acque senz' alcuna apparenza di tempesta, ed i lettori dell' annuario non avranno certamente discaro di trovarne quì la descrizione.

» Il maggiore *Sabine* ed il capitano James
» Ross, tornando in autunno dalla loro prima
» spedizione artica, erano ancora ne' mari del
» Groenland in una delle notti sì tenebrose di
» quelle regioni, quando furono chiamati sul
» ponte dall'officiale di quarto, che allora avea
» veduto qualche cosa di assai strano. E ciò era,
» davanti al naviglio, e precisamente nella par-
» te dove esso era rivolto, un lume immobile
» sul mare, che s'innalzava ad una grande al-
» tezza, mentre che per ogni altra parte il cielo
» e l'orizzonte erano neri come la pece. In que-
» sto tratto di mare ei non v'era alcun pericolo
» conosciuto; e però non si mutò il cammino.
» Allorchè il naviglio penetrò nella regione lu-
» minosa, tutti erano in silenzio, attenti e pie-
» ni di grande aspettazione. Intanto si discerne-
» vano facilmente le parti più alte degli alberi e
» delle vele e tutte le funi. La meteora poteva
» avere un'estensione di 400 metri. Allorchè la
» parte interna del naviglio ne uscì fuora, si tro-
» vò *subito* nell'oscurità, senza che la luce fos-
» se per gradi mancata. Il legno era molto lonta-
» no dalla regione luminosa, ed ancora si vedea
» dalla parte di dietro del naviglio. »

La cagione di questi fenomeni di luce, per servirmi della bella espressione di Plinio, è ancora nascosta nella maestà della natura.

E tralasciando questi fuochi problematici, di cui abbiamo discorso, i quali nelle ore di tempesta, nascono sul suolo, e vi restano qualche tempo immobili, e non l'abbandonano che per iscoppiare ad una piccola altezza, come i fuochi

di *Fosdinovo* e di Dijon; volendo prestar fede a Maffei, Chappe ec., il fulmine quasi sempre si forma sulla terra; e dalla terra partono subitamente, improvisamente i lampi fulminanti. E questi lampi, in luogo di cadere dalle nuvole, vanno per contrario a riaggiugnerle per via diritta di basso in alto.

Coloro che seguitano quest'opinione dicono ch'essi han *veduto distintamente* il fulmine innalzarsi a modo di fuso. Ammettendo come un fatto il suo rapido cammino, dimostrato dalle esperienze di Wheatstone, non sa concepirsi come si possa discernere se un lampo, che unisce le nuvole alla terra, sia stato ascendente o discendente. Intanto, come tacciare di errore tanti osservatori esercitati? I lampi ascendenti, come i lambi globolari, di cui abbiamo discorso così lungamente nel § VI, si muoverebbero forse più lentamente de' lampi che si formano nel seno dell' atmosfera? Questa materia richiede nuove investigazioni. Colui che avrà *nettamente veduto* un lampo attaccato alla terra da una delle sue estremità, ed avrà raggiunto dall' estremità opposta la superficie delle nuvole, avrà condotta a buon termine la quistione.

§. XXVI.

Oltre ai grandi e rumorosi fenomeni, di cui abbiam ragionato nel § XXV, e che appariscono qualchevolta sulla superficie della terra, nelle ore di tempesta suole mostrarsi spesso una luce viva, con un leggero sibilo, nelle parti più elevate de' corpi terrestri. (1)

Nei tempi di procelle, le parti più elevate dei corpi, e principalmente le parti metalliche, risplendono qualchevolta d' una luce vivissima.

I Commentarii di Cesare contengono una delle più antiche relazioni di questo fenomeno che ci sieno state conservate. Nel libro sulla guerra d' Africa, §. 47 si legge: « Questa stessa notte » (ed era una notte tempestosa, nella quale cad» de molta grandine), il ferro de' giavellotti » della quinta legione parve come di fuoco. »

Seneca racconta che presso Siracusa, una stella andò a posarsi sul ferro della lancia di Gilippo.

Si legge in Tito Livio, che il giavellotto di cui Lucio Atreo avea allora armato il figlio, il quale si era da poco arrollato tra' soldati, gittò delle fiamme per due ore e più senza consumarsi in alcuna parte.

---

(1) Gli antichi conosceano questi fuochi sotto i nomi di *Castore* e Polluce. Oggi sono più generalmente conosciuti sotto il nome di fuochi S. *Elmo*. I portoghesi li chiamano *Corposanto*; gl' inglesi, Comazants. In alcune parti del mediterraneo sono chiamati S. Nicola, S. Chiara, S. Elena.

Plinio avea veduto egli stesso una luce simile alla punta delle picche di certi soldati, ch'erano la notte a guardia su' ripari.

Plutarco parla di osservazioni simiglianti fatte in *Sicilia* ed in Sardegna.

Procopio ci attesta che nella guerra contro ai Vandali, Belisario osservò lo stesso prodigio.

Ed ecco un gran numero di fatti, quanto alle fiamme che si mostrano a terra, sulla punta delle lance, de' giavellotti ec. Gli stessi autori potrebbero fornirci citazioni anche più numerose relativamente a fenomeni analoghi che hanno luogo, mentre durano le tempeste, nelle diverse parti de' navigli.

Plutarco riferisce, per esempio, che nel momento in cui la flotta di Lisandro usciva del porto di Lamsaco per attaccare la flotta ateniese, i due *fuochi che si chiamano le stelle di Castore e Polluce*, si posero da' due lati della galea dell'ammiraglio lacedemone.

Nell' antichità le apparizioni di fiamme sugli alberi, o sulle antenne, o sulle funi de'bastimenti, eran tenute come presagi. Ed erano osservate con cura, e raccolte scrupolosamente dagli storici. Una sola fiamma (cui allora veniva dato il nome di Elena), era considerata come un segno terribile. Per contrario Castore e Polluce prediceano bel tempo e buon viaggio.

Se alcuno fosse curioso di sapere in qual modo i navigatori contemporanei di Colombo riguardassero questi medesimi fenomeni, noi toglieremo *dalla Storia dell'Almirante*, scritta da suo figlio, questo luogo assai profondamente informato delle idee del secolo XV.

» Nella notte del Sabato (ottobre 1493, nel
» secondo viaggio di Colombo), tuonava e pio-
» veva fortemente. S. *Elmo* si mostrò allora sul-
» l'albero più alto con *sette ceri accesi*; e i ma-
» rinaj scorsero questi fuochi, e credettero fos-
» sero il corpo del Santo. E subito sul bastimen-
» to cominciarono a cantarsi litanie, e a farsi o-
» razioni; perchè i marinaj tengono per certo
» che il pericolo della tempesta è passato come
» apparisce S. Elmo. Di quest' opinione si creda
» quel che si vuole ec. »

Herrera ci dice che i marinaj di *Magellano*, aveano le stesse superstizioni. « Nelle grandi tem-
» peste, egli dice, S. Elmo si mostrava alla ci-
» ma dell'albero più alto, ora con un cero ac-
» ceso, ed ora con due. Queste apparizioni era-
» no salutate con grida universali e lagrime di
» gioia. »

Or se si fosse guardato più da vicino si sarebbe veduto che il prestigio, di cui i fuochi S. Elmo erano circondati nell'antichità, si è conservato un tempo assai più lungo di quello che potrebbe credersi. Quanto alla somiglianza singolare di questi fuochi ai *ceri accesi*, non si scopre più alcuna traccia nelle relazioni de' navigatori del mezzo o della fine del secolo XVII. E di qui possiam credere che sia forse venuta l'altra opinione, strana pur essa, con che si credea che i fuochi S. Elmo fossero oggetti materiali, e potessero prendersi e dalla cima degli alberi farsi scendere sul ponte. Il luogo che io prendo dalle memorie di *Forbin*, mostrerà le medesime cose in tutta la loro schiettezza, e al tempo stesso fa-

rà conoscere le enormi dimensioni che i fuochi S. Elmo qualchevolta acquistarono.

» Nelle ore della notte (1696, traversando
» le isole Baleari), si formò tutto ad un tratto
» un tempo nerissimo, accompagnato da lampi
» e da tuoni spaventevoli. Nel timore di una
» gran tempesta, da cui eravamo minacciati, io
» feci raccogliere tutte le vele. Noi vedemmo
» sul vascello più di trenta *fuochi S. Elmo*. Ed
» uno fra gli altri, sulla cima della banderuo-
» la dell'albero maestro, avea *più* di *un piede*
» *e mezzo* di *altezza*. Io vi mandai un marinaio
» a prenderlo. Ma come questo uomo fu giunto
» in alto, disse ad alta voce che quel fuoco fa-
» cea un rumore simile a quello della polvere
» che si accende dopo essere stata bagnata. Io
» gl'ingiunsi di togliere la banderuola, e scen-
» dere; ma appena l'ebbe tolta del suo luogo,
» il fuoco l'abbandonò e andò a posarsi sulla
» cima dell' albero, senza che fosse possibile
» trarlo di là. E restò quivi lunghissimo tempo,
» fino a che si consumò poco a poco. »

Se io avessi qui posto termine alle mie citazioni, forse ragionevolmente avrebbe potuto immaginarsi, che la cagione de' fuochi S. Elmo avea prima più attività che non ai tempi nostri. E perciò riferiremo altri fatti ancora, e vedremo fiocchi di luce nascere come altravolta nell'ore di tempesta, sopra corpi di natura diversa, ed anche bassissimi.

Nell' itinerario di Fynes Moryson, segretario di lord Montjoy, si legge che nel giorno 23 dicembre 1601, all' assedio di Kingsale, mentre

che il Cielo era solcato da lampi (senza tuono), i cavalieri in sentinella vedeano certi *lampi bruciare* (lamps burn) alla punta delle loro lance e delle loro spade.

Il 25 gennajo 1822, Thielaw recandosi a Freyberg, sotto una pioggia di neve, osservò nel cammino che l'estremità de' rami di tutti gli alberi erano luminose. La luce pareva alquanto turchiniccia.

Il 14 gennaio 1824, Mascadorf avendo dopo una tempesta rivolto gli occhi sopra un carro carico di paglia, che si trovava sotto d'una grossa nuvola nera, in mezzo ad un campo vicino Cothen, osservò che tutt'i fili di paglia si raddrizzavano e parevano come di fuoco. E lo stesso staffile del conduttore gittava una viva luce. Questo fenomeno disparve dal momento nel quale la nuvola nera fu portata via dal vento, dopo esser durato 10 minuti.

Il giorno 8 maggio 1831, dopo il tramonto del sole, alcuni officiali d'artiglieria e del genio passeggiavano col capo ignudo sotto la tempesta, sul terrazzo del forte Bab-Azoun in Algieri. Ciascuno di loro, riguardando il suo vicino, osservò con maraviglia all'estremità de'suoi capelli tutti drizzati certi piccoli fiocchi di luce. E quando questi officiali alzavan le mani, vedeano pure l'estremità delle loro dita divenir luminose. (Voyage de M. Rozet.)

Non v'ha ragione a maravigliarsi come certi fenomeni che si sviluppano con tanta intensità vicino al suolo, e nelle parti più elevate de'navigli, sieno poi così raramente osservati alla punta

de' campanili, o sul piede delle banderuole, che sogliono star sopra alla maggior parte delle case? Io non ho a rispondere che una parola: i fuochi di S. *Elmo* non si sono scorti in cima ai grandi edifizj, per questa ragione, che ivi niuno non prende ad osservarli. E là dove si sono trovati attenti osservatori, i luoghi alti di ogni natura fu veduto avere lo stesso potere (1).

Watson raccoglieva una relazione che gli veniva di Francia, e nella quale si trattava di quest' osservazione, fatta per 27 anni continui da Binon, curato di Plauzet, che nelle tempeste le tre punte della croce del campanile pareano avviluppate di fiamme.

In Alemagna, la cima della torre di Naumbourg era citata sotto questo rapporto come una eccezione singolare e notevolissima; ma nel mese d'agosto 1768, Lichtemberg vide questi medesimi fuochi sul campanile della torre di S. Giacomo a Gottinga.

Il 22 gennaio 1778, in una violenta tempesta accompagnata da pioggia e da grandine, Mongez scorgeva certi fiocchi luminosi sopra le cime più alte della Città di Rouen.

---

(1) Gueneau di Montbeillard riferisce dopo la testimonianza di Hermolaus Barbarus e di Aldrovand, che nelle tempeste si erano veduti qualchevolta, ad altezze considerabilissime, alcuni corvi, il cui becco gettava una viva luce. « E » forse, aggiugne il collaboratore di Buffon, una osservazio» ne di questo genere ha fatto che l'aquila acquistasse il ti» tolo di ministra del fulmine. »

Nel 1783, Sauvan facea manifesto che al 22 luglio, essendo la notte tempestosa, egli avea veduto per tre quarti d'ora, una corona di luce intorno al globo del campanile de' grandi Agostiniani in Avignone.

Innanzi di por fine a questo capitolo forse non sarà inutile dire, che in uno stato atmosferico a questo simigliante, al manco in apparenza, e che in alcune tempeste di uguale intensità; questi fuochi di cui abbiam discorso, hanno non solo intensità, ma forme dissimili; che sovente essi rassomigliano a fiocchi di luce; e che qualchevolta la loro luce si trova *concentrata* in un piccolo globo, senz' alcuna traccia di raggi divergenti.

§. XXVII.

Quando vi sono grandi tempeste, le gocce della pioggia, i fiocchi della neve, la gragnuola producono luce, o giugnendo a terra, o pure urtandosi tra loro.

Molti fisici avendo negato questo fenomeno, io ho creduto dover raccogliere diligentemente tutte le osservazioni che se ne son fatte. Esse non impediranno a ciascuno di avere su questa materia un' opinione ragionata e sua propria.

Le piogge delle tempeste sono qualchevolta assai luminose, onde Dom Hallai, priore de' Benedettini di Lessay, vicino Contances, credette non esagerare le cose, dicendo in una lettera a Mairan: « il 3 giugno 1731, verso sera, mentre » tuonava straordinariamente, cadevano da o-

» gni parte come certe gocce di metallo fuso e
» bruciato. »

Nel 1761, Bergman scriveva alla Società reale di Londra:

» Io ho osservato due volte verso sera, senza
» che tuonasse, una pioggia tale che dove cade-
» va tutto scintillava, e la terra pareva coperta
» di onde in fiammate. »

Si potrebbe credere che le regioni settentrionali sieno più atte a produrre piogge luminose; ma tra le poche citazioni che abbiam potuto raccogliere intorno a questa materia, ve ne ha pur una, come può vedersi, che appartiene alla Svezia.

Nella mattina del 22 settembre 1773, tuonò, lampeggiò, e cadde una pioggia abbondantissima nel distretto di Skara (Gozia orientale). Dopo si sentì un calore che opprimeva. La pioggia ricominciò a sei ore della sera. E come può rilevarsi da tutte le relazioni, ciascuna goccia, giugnendo a terra, gittava del fuoco.

Il 3 maggio 1768, vicino Canche, a due leghe lontano da Arnay-le-Duc, Pasumot fu sorpreso in un luogo aperto da una grossa pioggia. Come egli si piegava per far cadere l'acqua che si era raccolta sugli orli del suo cappello, quest'acqua, incontrando nella sua caduta, ad un mezzo metro lontano dalla terra, l'altra acqua che cadeva direttamente dalle nuvole, ne facea uscire alcune scintille.

Il 28 ottobre 1772, sulla strada che mena da Brignai a Lyon, l'abate Bertholon fu sorpreso da una pioggia verso le 5 ore del mattino. La

pioggia e la grandine cadevano in grandissima abbondanza. Le gocce di pioggia ed i grandini che cadendo incontravano le parti metalliche della sella del Cavallo, sul quale era Bertholon, produceano in quel momento stesso fiocchi di luce.

Una persona, conosciuta dal celebre meteorologista Howard, gli raccontò ch'essendosi trovato di notte sulla strada che mena da Londra a Bow, sotto la violenta pioggia del 19 maggio 1809, vide distintamente che la pioggia che cadeva diveniva luminosa come giugneva a terra.

Ecco tutto ciò che ho potuto raccogliere quanto alle piogge luminose. La grandine e la neve non mi offriranno che una o due citazioni. (1)

Nella sua lettera sopra citata del 1761, Bergman, dopo aver parlato delle piogge che giugnendo a terra divengono luminose, dice ch' egli ha osservato qualchevolta lo stesso fenomeno nelle piogge dirotte di neve.

Il 25 gennaio 1822, alcuni frati minori di Freyberg raccontarono a *Lampadius*, che la grandine minuta, che cadeva in una tempesta, diveniva luminosa come giugneva a terra.

Perchè non si vada in errore cercando la spie-

(1) In una tempesta certi viaggiatori osservarono, che sputando lo sputo diveniva luminoso quasi uscendo della bocca. Lo spavento da cui furon presi coloro che videro ch' essi *sputavano* del *fuoco*, potendo rinnovarsi, mi è paruto che l' osservazione, la quale di per sè stessa non è priva d' una certa importanza teorica, dovea essere posta in questo discorso.

gazione di questo fenomeno; e perchè non si creda di poterne trovar la cagione in alcune proprietà che appartengono specialmente all' acqua liquida e all'acqua ghiacciata, io avvertirò che si sono pure osservate alcune *piogge di polvere luminose.*

Così la polvere, minuta come il tabacco di Spagna, che cadeva sulla città di Napoli e sui luoghi vicini, nell'eruzione del Vesuvio dell'anno 1794, mandava una luce fosforica pallida, ma bene visibile la notte. Un inglese, il sig. James, che si trovava in una scialuppa, vicino la torre del greco, osservò che il suo cappello, quello de' marinaj e quelle parti della vela, dove la polvere si era raccolta, spandevano un barlume sensibile. (1)

---

(1) Ecco un' osservazione che io debbo al celebre direttore dell' osservatorio d' Armagh (il Dottor Robinson), e che se prima mi fosse pervenuta, avrebbe trovato il suo luogo fra gli articoli del capitolo VII, relativi alla fosforescenza delle nuvole.

» Ne' suoi viaggi per la determinazione delle linee d'intensità magnetiche in Iscozia, il maggiore Sabine restò molti » giorni ancorato a Lough Scavig, nell' isola di Sky. Quest' » isola è circondata di montagne nude ed elevate, fra le quali » se ne osserva una ch'è inviluppata quasi sempre da una nu- » vola generata dalla caduta de' vapori che i venti quasi co- » stanti dell' ovest vi menano dall' atlantico. Questa nuvola » la notte era luminosa di per sè stessa e d'una *maniera sta-* » *bile.* In oltre Sabine vide molte volte uscirne una luce si- » mile a quella delle aurore boreali. Egli porta opinione che » questa luce non debba essere attribuita alle vere aurore, » vicine all' orizzonte, che la montagna avrebbe impedito » che si vedessero. Secondo lui tutti questi fenomeni di luce

§. XXVIII.

V' ha de' luoghi dove non tuona mai?
Quali sono i luoghi dove tuona più sovente?
Tuona oggi così spesso come ne' secoli passati?
Le cagioni di luogo hanno potere sulla frequenza di questo fenomeno?
Tuona ugualmente in mezzo al mare che in mezzo ai continenti?
Quanto alla frequenza, qual' è oggi la divisione geografica delle tempeste?

La botanica, la zoologia, l'entomologia, ec. han fatto nascere curiose ed importanti classificazioni geografiche. E quindi dovrebbe arrecar maraviglia se io non mi studiasssi di fare pure la geografia delle tempeste. Le quistioni quì sopra proposte, non essendo state dichiarate abbastanza, io mostrerò al manco la via che bisognerà tenere quando si saranno raccolte pruove sufficienti.

» continua e di luce interrotta, aveano la loro cagione, qua-
» lunque ne possa essere la natura, nella nuvola medesi-
» ma. »

Robinson annunzia ch' egli stesso ha fatto in Irlanda diverse osservazioni sulle proprietà fosforescenti delle nebbie ordinarie. Egli è a desiderare fortemente che il sapiente astronomo le faccia pubblicamente manifeste.

PRIMA QUISTIONE

V' ha de' luoghi dove non tuona mai?

Plinio (Hist. nat. lib. II. §. 52) dice che in Egitto non tuona.

Oggi tuona malto in Alessandria, e tre o quattro volte all' anno nel Cairo.

Nel trattato della superstizione di Plutarco si legge:

» Colui che non naviga non teme il mare; co-
» lui che non segue le armi non teme la guerra:
» nè i ladri di strada teme colui che mai non esce
» di casa; *nè il tuono colui che dimora in Etio-*
» *pia.*

Io non sarei disposto a credere, che da' tempi di *Plutarco* non tuonasse mai al sud dell' Egitto, come pare che dimostri il luogo che abbiamo testè letto. In ogni caso le cose sarebbero bene mutate. E poichè qualchevolta tuona al *Cairo*, e tuona molte volte nell' *Abissinia*, *a Gondar* per esempio, io ardirei d' affermare, sebbene qui non abbia sotto agli occhi alcuna osservazione diretta, ch' egli tuona in tutta l' estensione dell' antica *Etiopia.*

Se io non posso citare un sol punto posto nelle regioni calde o temperate dell' antico continente dove non tuoni mai, non possiamo dire lo stesso dell' America.

Gli abitanti di Lima (Perù) (lat. 12° sud, longit. 79° 1/2 ovest) che non hanno viaggiato, non hanno alcuna idea del tuono. Noi possiamo

aggiungere, ch' essi neppure conoscono i *lampi*, perocchè i lampi senza tuono non solcano l' atmosfera spesso fosca, ma nommai coverta di vere nuvole, del basso *Perù*.

Passiamo ora dalle regioni calde alle zone glaciali.

Nel 1773, dalla fine di giugno alla fine di agosto, il Race Horse, comandato dal capitano, Phipps, navigò costantemente ne' mari dello Spitzberg. In questo intervallo di due mesi di està, non s' intese una sola volta il tuono, nè fu veduto un sol lampo.

Il Dottor Scoresby, mio amicissimo, una volta tanto celebre capitano della pesca delle balene, e al quale si deve una importante descrizione de' fenomeni de' mari polari, riferisce che ne' suoi numerosi viaggi ei non vide che due volte lampi al di là del 65° di latitudine. Egli crede che mai non si sia veduto lampeggiare nello Spitzberg. Scoresby non dice di essersi anche una sola volta sentito il tuono ne' mari polari.

Il capitano Parry tentò nel 1827 di giugnere fino al polo Nord, ed il viaggio sul ghiaccio, fatto con le slitte, durò dal 25 giugno ai 10 agosto, e fu compreso tra 81° 15' e 82° 44' di latitudine. Il Capitano Parry non vide mai lampi, e mai non udì tuoni.

Il naviglio, l'Hecla, restò ancorato nello Spitzberg, da' 20 giugno ai 28 agosto, a 79° 55' di latitudine nord. Niuno degli osservatori non intese tuoni nè vide lampi.

L' Hecla finalmente avea navigato in questi mari glaciali dal 1° maggio ai 19 giugno, fra' 71°

28' e 79° 59' di latitudine. Da' 28 agosto ai 16 settembre, lo stesso naviglio traversò la zona compresa fra l' 80° e 'l 62° parallelo; e non si videro più indizj di tempesta in questo terzo periodo del viaggio come negli altri due.

Dopo tutti questi documenti noi possiamo affermare che:

In mezzo al mare e nelle isole non tuona mai al di là del 75° di latitudine nord.

Le osservazioni del Capitano Ross raffermano queste relazioni. Nel 1818, i bastimenti comandati da quest' officiale stettero dal principio di *giugno* in sino alla fine di *settembre* (nello *stretto di Davis* o nella *baia di baffin*), fra 64° e 76° 30' di latitudine nord. Le tavole meteorologiche, corrispondenti a questa stagione d' està non fanno cenno neppure di un lampo o di un colpo di tuono.

Noi potremo, con l'aiuto delle osservazioni del Capitano Parry, estendere a certe regioni poste assai dentro ai continenti, la regola che noi fin quì non abbiamo potuto applicare che alle isole ed al mare.

Le tavole meteorologiche del *primo viaggio* dell' intrepido navigatore nella baia di Baffin, nello stretto di Barrow e nell' isola Melville, cominciano dal mese di giugno 1819 e giungono fino a settembre 1820 inclusivamente. E di quì si vede che colà v' ha due *stagioni* di està e *due stagioni d' inverno.*

In due stagioni di state ed in due inverni, passati fra 70 e 75° di latitudine nord, *mai non s'in-*

tese il tuono , e mai non si vide neppure un sol lampo.

Situiamoci ora un poco al di qua del 70° parallelo di latitudine. Il tuono sarà rarissimo; appena potrà sentirsi una volta all'anno; ma non possiamo più dire assolutamente che passerà l'inverno senza sentirsi alcun tuono.

Le tavole meteorologiche del *secondo viaggio dello stesso officiale* nella baia di Baffin, abbracciano lo spazio di tempo compreso fra il 1° giugno 1821 e 'l 30 settembre 1823, cioè 28 mesi, fra' quali si trovano *tre periodi completi* de'mesi di està, e de' mesi d' inverno. In questo lungo intervallo, a latitudini tutte un poco meno di 70°, io trovo questa sola indicazione:

7 Agosto 1821 . . . alcuni *lampi ed alcuni colpi di tuono.*— La latitudine, il 7 agosto, doveva essere intorno a 65°.

Nel forte Franklin, a $67°\frac{1}{2}$ latit. nord, e a $123°\frac{1}{5}$ longit. ovest da Greenwich, dal principio di settembre 1825 alla fine di agosto 1826, cioè in un anno il capitano Franklin ed i suoi compagni di viaggio non intesero il tuono *che* un *solo giorno*, il 29 *maggio* 1826. Le tavole meteorologiche della stessa stagione, per lo spazio ch'è compreso tra il principio di settembre 1826 e la metà di maggio 1827, non segnano che un giorno di tuoni, l' 11 settembre 1826.

Nel penoso viaggio fatto nelle regioni settentrionali dell'America, il Capitano Back ebbe, al principio di agosto 1834, una violenta tempesta

con *tampi e tuoni*, nella punta *Ogle*, a 48° $\frac{1}{3}$ di lattitudine norde 97° $\frac{1}{3}$ di longit. ovest.

L' Islanda è spesso citata come un paese dove non tuona *mai*. Questa parola *mai* dovrebbe andar tolta. Thortensen, medico in quest' isola, ha voluto mandarci le preziose osservazioni meteorologiche ch' egli ha fatte a Reikiavik (latit. 65°), da' 21 settembra 1833 ai 30 agosto 1835. In quest' intervallo di circa due anni io trovo che si è *sentito* il *tuono* un sol *giorno*, il 30 *novembre* 1833.

SECONDA QUISTIONE

Quali sono i luoghi dove tuona più sovente.

Quantunque noi abbiamo potuto citare un paese (il basso Perù), posto nelle regioni equinoziali, dove non tuona mai, pure dobbiam dire che in queste regioni tuona ancora più sovente che nelle altre. Di fatti si vedrà nella tavola numerica con che avrà termine questo capitolo, che in Francia, in Inghilterra, in Alemagna, il numero medio annuo de' giorni di tuono, giugne raramente a 20, mentre che a Rio-Ianeiro e nell' India si trova qualchevolta al di là di 50.

TERZA QUISTIONE

Tuona oggi così spesso come prima?

I metereologisti che vogliono paragonare lo stato antico allo stato moderno del globo, sotto il rapporto della temperatura, della pioggia, della pressione atmosferica del magnetismo ec. non riescono nelle loro ricerche, perchè non hanno un punto fisso di partenza, perchè gli antichi non aveano nè termometro, nè udometro, nè borometro, nè bussola d'alcuna specie, ec. La quistione che segna il titolo di questo paragrafo era più semplice; qui gli strumenti pareano non essere necessarii. Se in luogo di discorrere così lungamente ed inutilmente sulla cagione fisica della meteora, Plinio, Seneca ec. fossero venuti a darci un *termine* medio de' giorni dell' anno in cui tuonava a Roma, a Napoli, ec. queste cifre ravvicinate a quelle che si trovano in alcune tavole meteorologiche de' tempi nostri, condurrebbero a curiosi risultamenti. Egli è indubitato che non v' ha alcun mezzo come riempire queste lacune; ciò non pertanto io ho pensato ch'io avrei potuto cercare nelle memorie de' fulmini citati dagli storici, certo se non una vera soluzione della quistione proposta, un qualche leggero indizio, che nel dubbio potrebbe far preponderare l' una anzichè l' altra parte.

» Erodoto dice (lib. 7, Polimnia): Serse passando vicino al monte Ida, ch'era sul lato manco, » giunse al territorio di Troia. La prima notte

» ch'ei passò a piede di questa montagna, il tuono
» ed i lampi sorpresero la sua armata, e morirono
» molti soldati. Dopo giunse in riva allo Scaman-
» dro ec. »

Ei può vedersi, dopo le osservazioni raccolte, che oggi non tuona più nell'Asia minore come nei climi di Europa. Ed io dubito assai che il tuono qualchevolta sia stato portato al ministero della guerra come cagione dell'indebolimento delle nostre armate; io dubito che alcuno de' nostri generali abbia avuto occasione di parlare, come fa Erodoto, della perdita di molti uomini venuta per cagione di questa meteora.

Pausania riferisce che ai tempi in cui un'armata spartana si accampava sotto alle mura d'Argo, *molti soldati* furono fulminati. Io so che oggi, il numero e l'intensità delle tempeste, sono poco considerabili nell'Attica e nel Peloponneso. Il raconto di Pausania come quello di Erodoto, tenderebbe a far credere che da' tempi antichi si ha avuto in Grecia, sotto questo rapporto, una diminuzione notabile. Intanto io debbo notare una circostanza che indebolisce l'importanza della testimonianza di Pausania, ed è questa, che quì si tratta d'un fenomeno atmosferico annuale: i tuoni spaventevoli che tanti danni produssero sull'armata lacedomone, caddero in tempo d'uno spaventevole terremoto.

In Plinio il naturalista io trovo questo luogo.

» Nel tempo della guerra fra Terracina e il
» tempio di Feronia, si cessò in Italia di cos-
» truir torri, perocchè tutte venivano rovescia-
» te dal tuono. »

Un gran numero di torri rovesciate dal tuono? Questo è un effetto probabilmente superiore a quello che la meteora può oggi produrre sul territorio di Terracina, nello spazio di molti anni.

Valendomi di quella giusta osservazione che se l'istoria de' popoli antichi è piena di favole, quella favola d'altra parte abbonda di avvenimenti storici, io potrò citare Virgilio, Ovidio, Properzio per pruovare che il tuono faceva un tempo più danni di quello che non fa oggi. Mentre che la storia moderna non ci presenta un gran personaggio fulminato, noi troviamo ne' tre poeti i nomi di Salmonea, di *Capaneo*, di *Semele*, di *Romolo*. di *Encelado*, di *Tifone*, di *Ajace* figlio di Oileo, di Esculapio, di Adimante principe di Flionte, di Licaone ec.

E potendo parere i poeti essere in ciò d' una autorità non punto grave, io citerò la morte di Tullo Ostilio secondo che dice Tito Livio e Dionigi d'Alicarnasso; la morte dell' imperatore *Caro*, fulminato nella sua tenda verso l'anno 283, come dice *Flavio Vopisco*; la morte dell' Imperatore Anastasio I°.. Seguitando *Ottavio Augusto* appresso ai *Cantabri*, io vedrò il fulmine solcare il suo letto, ed uccidere uno schiavo che lo precedeva per fargli lume. Al ritorno d' Apollonia, com'egli entrerà in Roma, il fulmine in un cielo quasi sereno colpirà il monumento di Giulia, figlia di Cesare; poco tempo dopo, la stessa meteora toglierà una lettera dalla iscrizione della statua dell' imperatore.

Ctèsias dice che *Artaserse* fece d' innanzi a lui, con rischio e pericolo suo, un' esperienza

che consisteva in allontanare la tempesta con l'aiuto d'una spada piantata in terra. Oggi i rischi e i pericoli d'una simile esperienza, anche in mezzo alle più forti tempeste, sarebbero di così lieve momento che niuno non ne terrebbe alcun conto. Coloro dunque che si persuadono, ed io credo assai a torto, che gli antichi scrittori non contengono nulla di animoso e di audace; che tutte le loro parole eran poste al crogiuolo d'una severa ragione, troveranno, se il vogliono, nel luogo di Ctèsias, la pruova che le tempeste un tempo aveano una intensità ignota ai popoli moderni.

Quanto a me, conoscendo che ogni fatto di questi che testè abbiamo menzionati, considerato isolamente, non avrebbe gran valore, son di parere ch'essi si rafforzano assai l'un l'altro, per dare, nel loro insieme, alcuna probabilità all'idea che dopo i tempi antichi le tempeste han diminuito d'intensità.

QUARTA QUISTIONE

V'ha delle circostanze locali che influiscano sulla frequenza del fenomeno?

La risposta a questa quistione non potrebbe esser dubbia, dopo essersi osservato soltanto che un paese (il basso-Perù), dove non tuona giammai, corrisponde precisamente, per la sua posizione geografica, alle regioni dove generalmente tuona il più delle volte. Non pertanto, siccome l'assenza delle tempeste nel Basso-Perù è accom-

pagnata dall' assenza di nuvole propriamente dette, e da quel vapore singolare, che ne tiene il luogo, opaco, permanente, conosciuto nel paese sotto il nome di *Garrua*, noi abbiam mestieri di altre citazioni.

E quella che mi pare dover tenere il primo posto, io la prenderò da una opera pubblicata a *Glasgow* nel 1835 da *Graham Hutchison*, ed intitolata: *on meteorology, marsh fevers and ewen's system of equality.*

Nella Giamaica, dopo i primi giorni di novembre fino alla metà di aprile, le cime delle montagne di Port-Royal cominciano a coprirsi di nuvole dalle 11 a mezzo giorno. Dopo un'ora queste nuvole hanno acquistato la massima densità; la pioggia cade a torrenti da esse; de' lampi le solcano per ogni verso; da ultimo il tuono, a cui esse danno origine, fa sentire il suo sordo fragore fino a Kingston. Dopo 2or $^1/_2$ il cielo ha riacquistato la sua serenità.

Questo fenomeno, dice Hutchison, si riproduce *ogni giorno* per *cinque mesi contiuui!*

Supponiamo che l'osservazione sia esatta, e Kingston conterà ogni anno 150 giorni di tuono, mentre nell' isole vicine, e ne' punti del continente similmente situati sotto il rapporto climatologico, il numero di questi giorni di tuono non giunge a 50; e l' influenza delle montagne di Port-Royal sulla formazione delle tempeste, sarà conosciuta per tutto il mondo.

Questa permanenza delle tempeste della Giamaica, per rispetto alla quale è bene che si desideri che la meteorologia raccolga documenti

più determinati e più precisi, ha luogo, come dicesi, sopra alcuni punti del vicino continente. Boussingault mi scrive che in una certa stagione tuona quasi tutt'i giorni a Popayan; che in un mese (il mese di maggio) egli stesso ha contato più di 20 giorni tempestosi. Del resto il fatto era stato già osservato; perchè niuno di quel paese non contrasta ai Popayannais, il dritto di vantarsi « di avere il più potente tuono della Republica. »

Le regioni equinoziali mi fornirebbero, ove fosse mestieri, altri esempli di simil natura. Io potrei, per esempio, citare ne' dintorni di Quito, la valle di Chillo nella quale, come dicono tutti gli abitanti, tuona molto più che nelle contrade vicine; ma ora mi preme di accompagnare lo stesso fenomeno ne' nostri climi temperati.

Se vuolsi por mente al quadro con che ha termine questo capitolo, si vedrà che, in massa, il numero de' giorni di tuono varia in Europa assai lentemente con la latitudine, per modo che dovrebbero trovarsi risultati quasi identici a *Parigi* e ne' luoghi vicino ad *Orleans*, risultati che differissero fra loro di due o tre unità al più. Ebbene; egli accade tutto al contrario.

A Parigi tuona, in un termine medio, 14 volte all'anno, mentre che a Denainvillers, fra Pithiviers e Orlèans, il numero medio de' giorni di tuono è maggiore di un' altra metà, e si eleva quasi a 21.

Questa simiglianza di fenomeni mostra chiaramente esservi un'influenza locale di cui però bisognerà cercar la cagione fuori della *forma* del

terreno; perocchè sarebbe difficile citare un paese meno esposto al fulmine di quello de' dintorni di *Parigi* ed *Orleans*.

Questa cagione si troverà forse nella *Loire*, nella vasta *foresta d' Orleans*, nella *Sologna?*

Io non tratterò quì questa quistione; pure dirò, che, secondo alcuni meteorologisti, la *natura del terreno* può ancora contribuire a rendere più o meno frequenti le *tempeste accompagnate da tuono*. Ecco, intorno a ciò, le osservazioni ridotte come in quadri, e da *Lewis Weston Dillwyn* indiritti, nel 1803, a Luke Howard.

Nella parte orientale del Devonshire; molte tempeste; poche miniere metalliche,

Devonshire; minori tempeste; maggiori miniere.

Dintorni di Swansea; minori tempeste; grande abbondanza di miniere di ferro.

Nel mezzogiorno di Devon; tempeste assai frequenti; niuna miniera.

Al nord di Devon; tempeste meno frequenti che al sud; molte miniere di ferro, di rame, di stagno, sottoposte agli scavi.

Dillwyn, sosteneva ancora che i paesi calcarei sono quelli dove le tempeste hanno maggiore forza e sono più frequenti.

Io non ho alcun mezzo come verificare i fatti ai quali Dillwyn si è appoggiato. E riferisco quì la sua opinione, non perch'io la creda certa, ma perchè essa può divenire un obbietto curioso di investigazioni.

Sarebbe una grande scoverta nella fisica del globo, la *pruova* d' un legame intimo ed eviden-

te tra la *natura geologica de' terreni*, *e il numero e la forza delle tempeste*; ed io mancherei quasi ad un debito mio, se passassi in silenzio quei luoghi, oltre alle Cornouailles, dove questo legame è stato pure supposto.

Ecco ciò che io trovo nella *Statistica mineralogica e geologica del dipartimento della Maienna*, lavoro del sig. *Blavier*, ingegnere delle miniere.

» . . . Nel dipartimento della Maienna esistono delle masse di diorite granoso o compatto (grunstein), le quali contengono una notabile quantità di ferro, ed operano sull' ago calamitato. Ci è stato assicurato che alcuni comuni, come quello di Niort per esempio, vedeano le tempeste più terribili dissiparsi, come si avvicinavano a loro, o rivolgersi ad altra parte. Noi siam di credere che nell' azione (l' azione conduttrice) di quelle molte masse considerevoli di diorite che si trovano in questa contrada, egli è mestieri cercare la spiegazione di questo fatto. »

Del resto si avrebbe cagione di maravigliare dell' influenza che la natura del suolo possa avere sulle tempeste, se egli fosse dimostrato di non avere potere alcuno sull' estensione superficiale delle piogge. In luglio 1808, Howard percorrendo con rapidità una certa parte dell' Inghilterra nella direzione da Londra a Sant' Albano, trovava di luogo in luogo la terra o secca o ammollita dalla pioggia, secondo che il terreno era o calcareo o sabbioso. Questi passaggi dal secco all' umido si videro ripetuti spessissime volte, onde non si debbano credere effetto del caso.

QUINTA QUISTIONE

Tuona ugualmente in mezzo al mare ed in mezzo alle terre?

Io ho creduto dovere quì esaminare se tuona, come si è preteso da taluno senza dar mai pruove certe, meno frequentemente in mezzo al mare che al centro de' continenti. Le mie ricerche fino a questo punto confermano questa opinione. Segnando sopra un mappamondo, secondo la latitudine e la longitudine, tutt' i punti ne' quali alcuni viaggiatori sono stati sorpresi da tempeste accompagnate da tuoni, ei parrà evidente, alla semplice veduta di questa carta, che il numero di questi punti diminuisce come divengono più lontani da' continenti. Ed io ho pure ragione a credere, che dopo una certa distanza dalla terra ferma, *non tuona* mai. Intanto io presento questo risultato con molta diffidenza; perocchè potrebbe domani la lettura di tale o tal altro viaggio dimostrarmi che io mi sono troppo sforzato di generalizzare. Del resto, per uscire più prestamente d' incertezza sopra questo punto, io non ho trovato miglior mezzo che di rivolgermi alla compiacenza e perizia nautica del Capitano Duperrey. Quando mi sarà pervenuta un' ultima parola di questo saggio navigante, io avrò una garentia, che oggi sarebbe prematura. Per contrario io posso da quest' ora tenere per certo il fatto della diminuzione delle tempeste nel mare. Ed avrò una ripruova di ciò nell' importante viaggio testè pubblicato dal Capitano *Bougainville*.

La fregata Thètis, comandata da quest' officiale, abbandona le coste di *Tourane* (*Cochinchine*), verso la metà di febbraio 1825, s'indirizza a Sourabaya, ch'è posta all'estremità sud-est di Giava. In tutto questo viaggio a pena si è veduta cessare una tempesta accompagnata da tuono. In fine la fregata vi giugne, e in tutta la dimòra che fa in quella spiaggia (dal 19 marzo al 30 aprile) il tuono non cessa mai di cadere ogni dopo pranzo. La Thètis fa vela il 1° maggio per Port-Yackson. Per molti giorni, essa si ferma quasi esattamente sul parallelo di Sourabaya. Intanto, come si allontana e perde di veduta le terre di *Giava*, il tuono cessa di farsi sentire. In somma, prima di giugnere a Sourabaya, i meteorologisti della Thètis non hanno a registrare niun colpo di tuono; stando nella costa, e fino all' epoca dell' apparecchio, tuona quasi tutte le sere. Dopo la partenza del naviglio l'equipaggio non sente più nulla. La pruova non potrebbe essere maggiormente compiuta. Diciamo ora quì un' altra volta, che la conseguenza che ne deriva è molto confermata da tutte le osservazioni raccolte in tutte le regioni del globo. Così, l' atmosfera oceanica è molto meno atta a ingenerare tempeste, che non sono i continenti e le isole.

SESTA QUISTIONE

Qual è oggi, quanto alla frequenza, la divisione geografica delle tempeste?

Questo paragrafo, come viene abbastantemente indicato dal titolo, dee essere composto d'un estratto de' quadri che i meteorologisti han fatti in tutte le parti della terra. Se questi quadri fossero di maggior numero, e più compiuti e più precisi, io non avrei avuto a fare che una semplice esposizione; ma disgraziatamente il lavoro non era così semplice. E chi senza esame volesse raccogliere notizie da ogni parte, si esporrebbe ai più gravi rimproveri. Uno o due esempli faranno chiaro questo mio pensiero.

I quadri meteorologici della Società reale di *Londra* sono stati per lungo tempo citati come modelli. Ed indipendentemente dalle osservazioni giornaliere fatte sul termometro e sul barometro, vi si trova la misura della pioggia, la direzione del vento, un' indicazione minuziosa de' giorni sereni, de' giorni di nebbia, de' giorni in cui è caduta la brinata. E mai o quasi mai non si fa menzione del tuono. E considerando la grande importanza di questa meteora, rispetto alle altre che sono scrupolosamente registrate, saremmo per verità indotti a credere che a *Londra* non tuona mai. Pure quivi tuona, e quasi come a *Parigi*. E se i quadri non ne fanno menzione, ciò avviene semplicemente perchè questo fenomeno non ha richia-

mato l'attenzione del meteorologista della Società reale; e però il suo lavoro è stato sempre incompiuto.

Di simiglianti lacune trovansi pure nelle Collezioni degli *Stati-Uniti* d'*America*. E sono altrettanto meno degne di scusa per quanto questo paese è in una posizione particolare, ed il numero e l'intensità delle tempeste sorpassano di assai ciò che si osserva in Europa alla stessa latitudine. Il peggio di queste negligenze (e non saprei giudicarle più severamente) sta in questo, che facendosi così senza nissuno avvertimento, potrebbe mettersi la scienza in una falsa via.

Nel quadro che segue io ho cercato, per quanto era in me, di rapportare certe osservazioni sulla cui esattezza potesse tenersi conto. Quivi ho classificato le città, secondo il numero medio de' colpi di tuono che si sentono, e non secondo le latitudini geografiche, il che quanto al fatto sarebbe differentissimo. E quando non mi son mancati gli elementi del calcolo, io ho indicato con numeri intieri o frazionari (1), la

---

(1) Perchè introdurre numeri frazionarj in una quistione, dove pare che non avrebbero dovuto aver luogo che i numeri intieri? La risposta è semplicissima. Il 0, 3 posto vicino a febbraio significa che in questo mese tuona 3 volte ogni dieci *anni*; 0, 1 porta la conseguenza che nello stesso intervallo di dieci *anni*, non tuona che una volta nel mese di novembre, ec. ec. Per avere a Parigi il numero medio de' giorni di tuono di settembre fra 'l 1806 e 'l 1810 si riunisce il numero delle manifestazioni di questa meteora ne' mesi di settembre di tutti questi 10 anni continui. La somma totale 15 divisa per 10 dà necessariamente il numero frazionario 1, 5.

classificazione delle tempeste ne' diversi mesi dell'anno. E prima di abbandonarmi ad una minuta discussione sopra tutte queste cifre, io voglio e debbo fare che il quadro sia più compiuto. L'importanza d'una simile discussione non desterà dubbio in alcuno, ove si voglia soltanto osservare che senza andare oltre alla zona temperata, i mesi ne' quali tuona il più delle volte in certi luoghi sono precisamente quelli ne' quali tuona meno in altri luoghi.

Calcutta (latit. 22° $\frac{1}{2}$ n.; longit. 86° e.)...06

Un solo anno di osservazioni, il 1785.
Classificazione de' 60 giorni di tuono.

gennaio...	0;	febbraio...	4;	marzo...	6;
aprile...	5;	maggio...	7;	giugno...	8;
luglio...	6;	agosto...	10;	settem...	9;
ottob....	5;	novem...	0;	dicemb...	0;

Patna (nell'India), latit. 25° 37' n....53

Un solo anno di osservazioni fatte da *Lind*. Questi 53 giorni di tuono sono stati tra maggio e dicembre inclusivamente.

Rio-Janeiro (lat. 23° 5'; longit 45° $\frac{1}{2}$ o.)..50,7
6 anni di osservazioni fatte da *Dorta* (dal 1782 al 1787)

Estremi... 38 nel 1786 e 77 nel 1782

Classificazione per mesi di queste 50, 7 tempeste annuali.

genn. ... 10,2; febb. ... 9,3; marzo...4,0;
aprile ... 1, 7; mag..... 0,8; giugno...0,7;
luglio ... 1, 3; agos. ... 1,1; settem...2,8;
ottob. ... 3, 7; nov. ... 6,0; dicem...9,0;

Maryland (Stati-Uniti) . . . (latit. 39° n.; longit. 79° o.) . . . . . 41.

Un solo anno di osservazioni fatte da Richard Brooke.

genn. ... 0; febbraio... 0; marzo... 5;
aprile ... 1; maggio ... 10; giugno... 8;
luglio ... 11; agosto ... 5; settem.... 0;
ottob.... 1; novem. ... 0; dicem.... 0;

Isola della Martinica (latit. $14^{o}\frac{1}{2}$ n. ; longit. $63^{\circ}\frac{1}{2}$ o.) 39

Nell'isola della *Martinica* non tuona mai nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre. Il più frequentemente tuona nel mese di settembre.

...(Abissinia) (latit. 13° n.; longit. 35° e.)....38

Un solo anno d'osservazioni (1770), fatte da *Bruce*.

Classificazione per mesi.

genn. ... 0,0; febbraio... 0,0; marzo...4,0

aprile... 4,0; maggio ... 6,0; giugno..7,0;
luglio... 3,0; agosto ... 6,0; settem...4,0;
ottob.... 4,0; novem. ... 0,0; dicem...0,0;

Isola di *Guadalupa* (latit. 16° 1/3 n. ; longit. 64° o.). . . . . , ... 37

In quest' isola non tuona mai ne' mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre.
Il mese in cui tuona più spesso è quello di settembre.

Viviers (dipartimento di Ardeche) lat. 47° 1/2 n. longit. 2° 1/3 e.) 24 7

10 anni, dal 1807 al 1816.
Estremi... 14 nel 1814; 35 nel 1811.
Classificazione per mesi delle 24,7 tempeste annuali.
genn. ...0,0; febbraio... 0,1; marzo...0,6;
aprile ...2,2; maggio ...4,0; giugno...3,4;
luglio ...5,1 ; ogosto ...3,4 ; settem...3,1;
ottob. ...2,2 ; novem. ...0,0 ; dicem....0,0;

Quebec (Canadà) (latit. 46° 3/4 n. ; longit. 73° 1/2 o.) 233

genn. ...0,0 ; febbraio... 0,0 ; marzo...0,0;
aprile ...0,6 ; maggio ... 2,5 ; giugno..5,5;
luglio ...8,0 ; agosto ... 5,0 ; settem...1,0;
ottob. ...0,5 ; novem.... 0,1 ; dicem...0,1;

Buenos-Ayres (latit. 34° 1/2 S.; longit. 60° 3/4 o.) 22,6

7 anni di osservazioni, fatte da *Mossotti.*

Classificazione secondo i mesi.

genn... 1,9; febbraio... 2,6; marzo... 2,1;
aprile.. 1,8; maggio ... 1,7; giugno... 1,1;
luglio.. 1,3; agosto ... 1,0; settem... 2,9;
ottobre. 2,3; novem. .. 1,8; dicem.... 2,0;

Denainvilliers (presso *Pithiviers*, Loiret)

(latit. 48° n.; longit. 0° . .) 20,6

24 anni di osservazioni fatte da *Duhamel* (tra'l 1755 e'l 1780).

Estremi . . . 15 nel 1765, 32 nel 1769.

Classificazione per mesi di 20,6 giorni di tuono.

genn... 0,1; febbraio... 0,1; marzo... 0,5;
aprile.. 1,6; maggio ... 3,6; giugno.. 4,5;
luglio.. 4,4; agosto ... 3,5; settem.. 1,5;
ottobre. 0,5; novem.... 0,3; dicem... 0,0;

Smyrne (latit. 38° 1/2 n.; longit. 24° 3/4 e.) 19

Un solo anno di osservazioni, fatte da *Nerciat.*

Classificazione per mesi.

genn... 2,0; febbraio... 4,0; marzo... 4,0;
aprile.. 1,0; maggio ... 1,0; giugno... 0,0;
luglio.. 0,0; agosto ... 0,0; settem... 3,0;
ottobre. 0,0; novem. ... 1,0; dicem... 3,0;

Berlino (latit. 52° 1/2 n. ; longit. 11° e.)
. . . . 18,4

15 anni di osservazioni (dal 1770 al 1785), fatte da *Bèguelin*.

Estremi . . 11 nel 1780 , 30 nel 1783.

Classificazione per mesi delle 18 , 4 tempeste annuali.

genn... 0,0 ; febbraio... 0,0 ; marzo... 0,1 ;
aprile.. 0,6 ; maggio ... 2,6 ; giugno.. 3,9 ;
luglio.. 4,2 ; agosto ... 5,3 ; settem... 1,3 ;
ottobre. 0,1 ; novem. ... 0,1 ; dicem... 0,1 ;

Padova (latit. 45° 1/3 n. ; longit. 9° 1/2 e.)
. . . . 17,5

4 anni di osservazioni, dal 1780 al 1783.

Classificazione per mesi di questi 17 , 5 giorni di tuono.

genn... 0,0 ; febbraio... 0,0 ; marzo... 1,2 ;
aprile.. 2,2 ; maggio ... 1,2 ; giugno.. 3,5 ;
luglio.. 3,5 ; agosto ... 2,5 ; settem... 0,7 ;
ottobre. 1,0 ; novem. ... 1,5 ; dicem... 0,0 ;

Strasburgo (latit. 48° 1/2 n. ; longit. 5° 1/2 e.) 17

20 anni di osservazioni, fatte da *Herrenschneider*.

Estremi . . . 6 nel 1818 , 21 nel 1831.

In questo punto mi manca la classificazione per mesi.

Maestricht (latit. 51° n.; longit. 3° 1/3 e.) 16,2

11 anni di osservazioni, fatte da *Crahay*.
Gli estremi sono.. 8 nel 1823, e 27 nel 1826.
Classificazione per mesi.
genn... 0,0 ; febbraio... 0,1 ; marzo... 0,4 ;
aprile.. 1,5 ; maggio ... 2,5 ; giugno... 2,9 ;
luglio.. 3,7 ; agosto ... 3,3 ; settem... 1,4 ;
ottobre. 0,5 ; novem. ... 0,1 ; dicem.... 0.1 ;

Lachapelle (presso *Dieppe*) (latit. 50° n. ; longit. 1° 1/4 e.) 15,7

18 anni di osservazioni, fatte sotto agli occhi di *Ne'l de Brèautè* e di *Racine*.
Estremi . . . 6 nel 1820; 23 nel 1828.
Classificazione per mesi di queste 16 tempeste annuali.
genn... 0,2 ; febbraio... 0,2 ; marzo... 0,5 ;
aprile.. 1,1 ; maggio ... 2,6 ; giugno.. 3,2 ;
luglio.. 2,3 ; agosto ... 1,8 ; settem.. 1,3 ;
ottobre. 0,7 ; novem. ... 0,8 ; dicem... 1,0 ;

Tolosa (latit. 43° 1/2 n. ; longit. 1° o.). 15,4

7 anni di osservazioni, dal 1784 al 1790.
Estremi . . . 4 nel 1784; 24 nel 1788.

Utrecht (Olanda) (latit. 52° n.; longit. 2° 3/4 e.). 15

Un gran numero di anni di osservazioni, citate da *Muschenbroek*.

Estremi . . . 5 nel 1740, 23 nel 1737.

Tubinga (latit. 48° 1/2 n.; longit. 6° 3/4 e.)
. . . . 14,6

9 anni di osservazioni, fatte da Kraafft.

Parigi (latit. 48° 50 ; longit. 0°.).

19 anni (dal 1785 al 1803). . . . 12,2
Estremi . . . 7 nel 1796; 22 nel 1794.
Classificazione per mesi.
genn... 0,1 ; febbraio... 0,1 ; marzo... 0,2 ;
aprile.. 0,8 ; maggio ... 1,8 ; giugno.. 3,0 ;
luglio... 2,5 ; agosto ... 2,2 ; settem... 0,7 ;
ottobre. 0,6 ; novem. ... 0,1 ; dicem... 0,1 ;

10 anni, dal 1806 al 1815 . . . . 11.4,9

Estremi . . . 8 nel 1815 ; 25 nel 1811
genn.... 0.0 ; febbraio... 0,3 ; marzo... 0,1 ;
aprile... 0,5 ; maggio ...3,2 ; giugno.. 3,1 ;
luglio... 2.7 ; agosto ... 2,4 ; settem .. 1,5 ;
ottobre. 0,7 ; novem.... 0,1 ; dicem... 0,3 ;

Dal 1816 al 1825. 13,2

Estremi . . . 6 nel 1823 ; 22 nel 1822.
genn... 0,1 ; febbraio... 0,0 ; marzo... 0.5 ;
aprile.. 1,0 , maggio ... 3,0 ; giugno.. 2,8 ;
luglio.. 2,1 ; agosto ... 1,5 ; settem.. 1,6 ;
ottobre. 0,3 ; novem. ... 0,2 ; dicem... 0,1 ;

Dal 1826 al 1837 14,7

Estremi . . . 8 nel 1831; 20 nel 1827.
genn... 0,0; febbraio... 0,1; marzo... 0,3;
aprile.. 0,9; maggio ... 3,1; giugno.. 2,9;
luglio.. 3,2; agosto ... 2,2; settem.. 1,2;
ottobre. 0,6; novem.... 0,0; dicem... 0,1;

Termini medi de' 4 periodi.

Dal 1785 al 1837. 13,8

genn... 0,1; febbraio... 0,1; marzo... 0,3;
aprile.. 0,8; maggio ... 2,7; giugno.. 2,9;
luglio.. 2,6; agosto ... 2,1; settem... 1,3;
ottobre. 0,5; novem. ... 0,1; dicem... 0,1;

Leyda (Olanda) (latit. 52° n. ; longit. 2° e.)
. . . . 13,5

29 anni di osservazioni, fatte da *Muschenbroek*.
Estremi . . . 5 . . . ; 17 nel 1748.
Classificazione per mesi de' 13, 5 giorni annuali di tuono.
genn... 0,1; febbraio... 0,4; marzo... 0,2;
aprile.. 0,3; maggio ... 2,1; giugno.. 2,7;
luglio.. 2,9; agosto ... 2,9; settem... 1,0;
ottobre. 0,3; novem. ... 0,3; dicem... 0,2;

Atene (latit. 38° n. ; longit. 21° 1/3 e.). 11

3 anni, dal 1833 al 1835.
Estremi. . . 7 nel 1835; 18 nel 1834.

Polpero (Costa Orientale del *Carnuailles*) (latit. 50° 1/3 n. ; longit. 6° 1/2 o.) . . 10

13 anni di osservazioni fatte da Jonathan Couch.

Pietroburgo (latit. 60° n. ; longit. 28° e.). 9,2

11 anni di osservazioni (dal 1726 al 1736) , fatte da *Kraaffi*.

Classificazione per mesi di questi 9 anni.

genn... 0,0 ; febbraio... 0,0 ; marzo... 0,0 ;
aprile.. 0,7 ; maggio ... 2,7 ; giugno.. 2,1 ;
luglio.. 2,5 ; agosto ... 0,9 ; settem... 0,1 ;
ottobre. 0,0 ; novem. ... 0,1 ; dicem... 0,0 ;

Londra (latit. 51° n. ; longit. 2° 1/2 o.). 8,5

13 anni di osservazioni, dal 1807 al 1822, fatte da *Howard* a *Plaistow*, a *Clapton* e a Tottenham, vicino Londra.

Estremi . . . 5 nel 1819 ; 13 nel 1809.

Classificazione per mesi delle 8, 5 tempeste annuali.

genn... 0,0 ; febbraio... 0,2 ; marzo... 0,4 ;
aprile.. 0,4 ; maggio ... 1,8 ; giugno.. 1,4 ;
luglio.. 2,0 ; agosto ... 1,3 ; settem... 0,4 ;
ottobre. 0,4 ; novem. ... 0,2 ; dicem... 0,1 ;

Pekin (latit. 40° n. ; longit. 114° e.) . 5,8

6 anni di osservazioni (dal 1757 al 1762), fatte da' missionari.

Estremi . . . 3 nel 1757; 14 nel 1762.
Classificazione per mesi de' 5, 8 tuoni annuali.
genn... 0,0; febbraio... 0,0; marzo... 0,0;
aprile.. 0,2; maggio ... 0,5; giugno.. 2,0;
luglio... 1,7; agosto ... 1,0; settem... 0,3;
ottobre. 0,1; novem.... 0,0; dicem... 0,0;

Il *Cairo* (Egitto) (latit. 30° n.; longit. 29° e.) 3,5

2 anni di osservazioni (dal 1835 al 1836), fatte dal Dottor *Destouches.*
Estremi . . . 3 nel 1836; 4 nel 1835.
Classificazione di 3,5 giorni di tempeste annuali.
genn... 1,0; febbraio... 0,0; marzo... 0,5;
aprile.. 1,0; maggio ... 0,0; giugno.. 0,0;
luglio.. 0,0; agosto ... 0,0; settem... 0,0;
ottobre. 0,0, novem.... 0,5; dicem... 0,5;

§. XXIX.

In quali stagioni sono più frequenti i colpi di tuono fulminanti?

Per quanto io sia lontano dall'opinione che l'insieme dei proverbj e de' detti popolari formi come il *codice del sapere delle* nazioni; altrettanto credo che i fisici abbiano avuto torto di disprezzare quei proverbj che si rapportano a fenomeni naturali. Accettarli ciecamente sarebbe grave errore; ma non è minore errore rifiutarli così senza esame. Seguitando questi principj, mi è accaduto qualchevolta di trovare im-

portanti verità là dove con ostinazione non si vedea che il frutto della prevenzione e de' pregiudizj. E però, non ostante tutto quello che parea improbabile, o diciam meglio, contrario alle idee ricevute nell' aforisma de' contadini: « *I tuoni non sono mai tanto pericolosi quanto nelle stagioni fredde* ; » io ho pensato di sottometterlo ad una giusta ed irrevocabile pruova, ch'è l' osservazione. Ed ecco una maniera semplice, come è paruto a me, di fare quest' osservazione.

Nelle mie letture io ho tenuto un registro di tutt' i *colpi fulminanti*, contrasegnati da' navigatori in giorni determinati, e li ho classificati per mesi; e vogliam che s' intenda che fu mestieri non comprendere in questo catalogo se non i fenomeni accaduti in un solo emisfero; perocchè al nord e al sud dell' equatore uno stesso mese corrisponde a stagioni diverse. E non ho voluto pure estendere il campo delle osservazioni fino a quelle regioni de' tropici, dove i diversi mesi dell' anno differiscono pochissimo fra loro per rispetto alla temperatura. Io mi son tolto a tutte queste difficoltà, restringendomi a quello spazio ch' è tra le coste dell' Inghilterra e 'l mediterraneo nostro inclusivamente.

Ecco ora i risultamenti.

Gennaio.

1749. Il *Dover*, bastimento mercantile inglese. Giorno 9, latit. 47° 30' nord; longit. 22° 15' ovest.

1762. *Bellona*, vascello inglese di 74.

. . . .

1784. Il *Thisbè*, vascello di guerra inglese.
. . 3; coste d'Irlanda.
1814. Il *Milfort*, vascello di linea inglese.
. . . . : nel porto di *Plymonth*.
1830. L' *Etna*, il *Madagascar*, il *Mosqueto*, navigli di guerra inglesi.
. . . . nel canale di Corfù.

Febbraio.

1799. Il *Cambrian*, vascello di guerra inglese.
. . 22; presso *Plymouth*.
1799. Il *Terribile*, vascello di linea inglese.
. . 23; presso le coste d'Inghilterra.
1809. Il Warren-Hastings, vascello di linea inglese.
. . 14; a *Portsmouth*.
1812. Tre vascelli di linea.
. . 23; a Lorient.

Marzo.

1824. Il *Lydia* di *Liverpool*.
. . 23; nella via da *Liverpool* a *Miramichie*.

Aprile.

1811. L' *Instancabile*, il *Warley*, la *Perseveranza*, il Warren-Hastings, navigli inglesi mercantili di riserva.
. . 20; latit. 46° 46' n.; longit. 11° 39'.
1824. L' *Annibale* di *Boston*.
. . 22; latit. 44° 30' n.; longit. 40° o.
1824. L' *Hopewell*, naviglio mercantile inglese.
. . 22; latit. 44° 30' n.; longit. . . .
1824. La *Penelope* di *Liverpool*.
. . 22; latit. 46° n.; longit. 39° o.

1827. Il New-Yorh, nave di 500 tonnellate.
. . 19; latit. 38° 9' n.; longit. 61° 17' o.
Nel viaggio da New-York a *Liverpool.*

Maggio.

. . . .

Giugno.

. . . .

Luglio.

1681. L' *Albemarl*, bastimento inglese, vicino al *Capo Cod.*
. . . . latit. 42° n.

1830. Il *Gloucester* e'l *Melville*, vascelli di linea inglesi.
. . . . . nella state, vicino Malta.

Agosto.

1808. Il *Sultano*, vascello di linea inglese.
. . 12; a *Mahon.*

Settembre.

1813. Cinque de' tredici vascelli di linea dell' Ammiraglio Exmouth.
. . 2; all' imboccatura del Rodano.

1822. L' *Anfione* di *New*-York.
. . 21; a poca distanza da *New-York.*

Ottobre.

1795. Il *Russel*, vascello di linea inglese.
. . 2; vicino Bell' Isola.

1813. Il *Barfleur* vascello inglese di 98 cannoni.
Alla fine del mese; nel mediterraneo.

Novembre.

6169. Il *Trumbull*, galea inglese.
. . 26; coste di *Smyrne.*

1811. Il *Bell' Isola*, brick di *Liverpool.*
. . . ; a *Bideford*, *Devonshire.*

1723. Il *Leipsick*, fregata austriaca.
. . 12; nell' entrata del canale di *Cefalonia*.

1832. Il *Southapton*, vascello di linea inglese.
. . 5; nella *Duna*.

Dicembre.

1778. L' *Atlante*, vascello della Compagnia delle Indie.
. . 31; ancorando sul *Tamigi*.

1820. Il *Coquin*, bastimento francese.
. . 25; nelle coste di *Napoli*.

1828. Il *Roebuck*, naviglio inglese ad una sola vela.
. . . . ; a *Portsmouth*.

1832. Il *Logan* di New-*York*.
. . 19; nel passaggio da *Savannah* a *Liverpool*.

Discorsi ad una veduta questi registri; e vedendo al tempo stesso quante tempeste accadono nella state, e quanto poche, comparativamente, son quelle che avvengono nell' inverno; sarà difficile, al meno quanto al mare, non riconoscere che i tuoni de' mesi caldi son molto meno pericolosi di quelli delle stagioni fredde o temperate. Questo risultamento a me pare che sia fermato abbastanza. Non pertanto io avrei desiderato di dimostrarlo con una statistica più compiuta, ma non ne ho avuto il destro. Io aggiungerò che non è mia colpa se un picciol numero di navigli francesi ha trovato luogo in questo Catalogo. Quanto agl' Inglesi ho potuto trarre queste citazioni dalle pregevoli memorie di Harris su' parafulmini.

SPIEGAZIONI, OSSERVAZIONI E RISCONTRI SULLE COSE SOPRA OSSERVATE.

Innanzi di discutere i diversi mezzi che sono stati proposti per difendersi dal fulmine, consideriamo per poco ad una veduta la lunga via che noi abbiamo percorsa, non certo con intendimento di farne derivare una teorica nella quale tutte l' esperienze verrebbero ad adattarsi convenientemente; ma con la speranza, infinitamente più modesta, di giugnere con diversi ravvicinamenti alla scoverta di alcune verità, che il solo esame di ciascun fatto speciale ancora non ci ha disvelate.

In tutta l' antichità si è saputo che il *suono* non è punto materia. Aristotele, per esempio, avea perfettamente riconosciuto ch' esso vien prodotto dalle ondulazioni dell' aria ordinaria. Oggi con una semplice modificazione questo fenomeno potrebbe di leggieri estendersi anche alla luce. La luce è pure conseguenza del movimento ondulatorio, *non dell' aria*, ma di un certo mezzo rarissimo ed elasticissimo che riempie tutto l' universo, e che si è voluto chiamare *etere*.

Dovrà il fulmine considerarsi della stessa maniera, se si manifesta quasi sempre nel tempo

stesso con la luce e col suono? Quantunque io segua apertamente la teoria delle onde luminose, pure debbo confessare che quanto a questa quistione non saprei come risolverla.

Allorchè io prendo l'esperienze di *Wheatstone* come del tutto verificate; allorchè porto la mia attenzione sull' incomparabile rapidità con che il fulmine traversa le regioni dell' aria ed i corpi solidi che lo propagano sulla superficie della terra, io mi sento poco disposto a credere che sia composto d'un ammasso di molecole materiali, d'un ammasso di picciolissimi proiettili: con queste velocità pare che assai meglio possano conciliarsi certe ondulazioni. Ma se considero i grandi effetti meccanici, e i trasporti di pesi considerabili operati dal fulmine; se al tempo stesso io ricordo che non ostante tutta la delicatezza de' procedimenti usati, operando sopra alcune leve, sospese nel vuoto a certi fili di ragnateli, con la luce concentrata al foco de' più grandi specchi, delle più larghe lenti, non si è giunto a smuovere anche leggermente i corpi; allora tutte le mie incertezze rinascono, e le *ondulazioni fulminanti* mi si rappresentano piene di mille e mille difficoltà. — Del resto passiamo ad un esame rapido de' principali fenomeni che noi abbiamo descritti.

Lampi.

Gli *Etruschi*, celebrati in tutta l'antichità per le conoscenze ch' essi aveano intorno al fulmine, ne distingueano di tre sorti. Il primo era come un fulmine d'avviso; il secondo era quello che produceva qualche danno; e da ultimo il terzo era un fuoco distruttore che colpiva gli animali, guastava i regni, e mutava intieramente la faccia delle cose che colpiva. Giove lanciava a sua posta il primo fulmine; il secondo non usciva di sua mano se non dopo l'avviso di un consiglio composto di dodici Dei maggiori. Il terzo finalmente avea bisogno del comando assoluto de' Numi superiori.

Ora difficilmente si può concepire come popoli, dove regnavano queste opinioni, avessero sentito la necessità di ricercare in che modo il fulmine s' ingenera nelle nuvole, come nasce la luce, come viene il rumore.

Intanto queste quistioni prendono gran parte ne' trattati d' *Aristotele*, nel poema di *Lucrezio*, negli scritti di *Plinio*, nelle *Quistioni Naturali* di *Seneca*. Quest' ultimo filosofo ha riassunto in poche parole le opinioni più o meno dissimili nella forma, e molto analoghe nel fondo, dei fisici dell'antichità quanto all' origine de' lampi.

» Il fuoco può esssere prodotto o dall' urto
» dell' acciaio sulla pietra, o dal fregamento di
» due pezzi di legno. E però le nuvole, traspor-
» tate dal vento, possono in ugual modo infiam-
» marsi o per via di percussione o di fregamento. (Q. N., L. 2.° § 22.)

Io invito coloro che si sentono disposti a non tenere alcun conto di questo riscontro di fatti, che testè abbiam letto, e ch'è certo sforzato, a considerare innanzi tutto come 2000 anni hanno ancora lasciato de' vuoti nella spiegazione del fenomeno che il celebre autore delle *Quistioni Naturali* ebbe principalmente in mira.

La materia fulminante, non ostante tutto ciò che può farci pensare quel suo propagarsi prestissimamente, non si muove con una libertà indefinita ne' corpi solidi: e le fratture ed i trasporti ch' essa produce pare che ne debbano essere una chiara pruova. E allora niente più naturale che supporre che questa materia, traversando l' aria atmosferica, spinga vivamente d'innanzi a sè le molecole di cui quella si compone, e produca successivamente delle compressioni in tutta la linea che percorre. Ora le compressioni che sono un po' forti, come dimostra il *fucile pneumatico*, sono sempre accompagnate da un certo sviluppo di luce; dunque la via che ségue la materia fulminante dev' essere segnata da un *solco luminoso*.

Pare che quest' argomento sia bene annodato; ma ciò non pertanto possono opporsi molte cose.

Se in ciascun punto della linea che il fulmine percorre, perchè si manifesti un poco di luce, è necessario che certi volumi d'aria crassa sieno sensibilmente compressi, non può concepirsi senza difficoltà come questi mutamenti di luogo delle molecole possano conciliarsi con quell' estrema velocità con che si propaga il

lampo, e che l'esperienze di Wheatstone hanno pruovata.

L'analogia tolta dal *fucile pneumatico* è difettuosa nelle fondamenta. L'aria atmosferica non è essa sola adoperata in quest' istrumento. Difatti alcune esperienze di *Thènard* dimostrano, che se ciò viene operato in un corpo di tromba perfettamente ripulita, per mezzo d'uno stantuffo di vetro bagnato d'acqua e *non di materia grassa* ed *oleosa*, la compressione non è accompagnata da alcuna manifestazione di luce. Quelle materie che accendonsi nella piccola tromba della macchina ordinaria, dietro quello sviluppo di calorico che ogni forte compressione di gas produce, sono quelle che danno origine alla manifestazione della luce. Ed è perciò, per dirlo così fuggendo, che, conformemente a quello che era stato detto da' signori *Saissy* e de *Lyon*, l'esperienza non riuscì se non con quei soli gas che hanno la proprietà di abbruciare i corpi combustibili.

I zig-zag de' lampi sono paruti sempre cosa tanto maravigliosa, che si è giunto a risguardarli come pure illusioni, come effetto di *rifrazioni irregolari*, che i vapori atmosferici e le nuvole operano sui raggi della luce: (Logan. Trans. phil. vol. 39)

Gli astronomi, che così spesso hanno occasione di osservare gli astri a traverso de' vapori e delle nuvole, non vedendoli altrimenti che se l' atmosfera fosse serena, non potrebbero indursi a riprovare con asseveranza lo strano pensiero del signor *Logan*.

Un lampo a zig-zag, ad angoli acutissimi, e un lampo a due e a tre punte contrastano così fortemente con le curve regolari che seguono nel loro cammino i corpi sottoposti all'azione delle forze acceleratrici, che niuno, a prima giunta, potrebbe pensar mai, che un simile lampo segni nell' atmosfera la via che *una stessa materia* va successivamente ad occupare. Ora supponete che il fulmine non sia un corpo, ma un' ondulazione, e le doppie e la triple ec., rifrazioni, che le onde luminose ricevono in certi cristalli, diverranno forti analogie onde può la ragione contentarsi. E resterà soltanto a ricordare, che l'atmosfera contiene una gran varietà d' esalazioni, e particolarmente di vapore d' acqua irregolarmente sparso, donde viene ch' essa può opporre al cammino del fulmine delle resistenze inuguali in diversi sensi.

I lampi a globo, di cui abbiamo citato tanti esempli, e che sono tanto notabili dapprima per la lentezza de' loro movimenti, e poi per tanti danni ch' essi producono scoppiando, mi sembrano oggi uno de' fenomeni più inesplicabili della fisica.

Questi globi di fuoco pare che sieno certi ammassi di sostanze ponderabili, fortemente impregnate della materia del fulmine. Ora questi globi come si formano? In quali regioni nascono? Donde vengono le sostanze da cui essi sono composti? Qual'è la loro natura? Perchè qualche volta li vediamo star fermi per lunghissimo tempo, e poi precipitarsi con grande rapidità? La scienza non sa dar risposta a queste quistioni.

Il fulmine, traversando l'atmosfera, forma quà e là una combinazione di due suoi elementi gassosi e li trasforma in acido nitrico. Ora sarebbe mai possibile che la stessa azione operasse qualchevolta istantaneamente una certa unione di materie di ogni natura che possono esistere in un certo volume d'aria? Se questa congettura (e come tale io la presento) paresse credibile io ricorderei che Fusinieri dichiara avere costantemente trovato del ferro metallico, del ferro a diversi gradi d'ossidazione, e del solfo ne' depositi di polvere che circondano le fessure a traverso le quali il fulmine si è aperta la via. E senza volere risvegliare certe idee antiche e fuori d'uso intorno alle *pietre di tuono* (1), io dirò che non

---

(1) Le pretese pietre di fulmine, che certi popoli adoravano, aveano in generale la forma d'un cono, d'un'accetta, o quella di un ferro di freccia o di lancia.

L'origine di queste pietre non è più dubbia, dopo che se ne son trovate del tutto simili fra gli strumenti e le armi degli americani, e dopo che noi sappiam pure com'essi le fabbricavano. L'antico continente in origine è stato pure abitato da nazioni selvagge. Gli stessi bisogni, la stessa penuria di ferro, dovettero far nascere la stessa industria. Allorchè la metallurgia perfezionata diè fuori certi strumenti più resistenti, più taglienti, più commodi, le pietre furono abbandonate e lasciate quasi intatte nella terra.

Molte volte si son trovate di queste pietre ne' tronchi degli alberi. E fu detto che un violento colpo di tuono le aveva quivi introdotte. Ogni altra spiegazione pareva impossibile.

A questo modo forse pure il tuono avrà generato i *rospi* che i tronchi degli alberi raccolgono qualchevolta, e le *monete* antiche che i falegnami hanno quivi scoverte.

è dimostrato se si debbano assolutamente rifiutare come menzognere tutte le relazioni nelle quali si è parlato di colpi di fulmine accompagnati da caduta di materie. E sopra di che noi potremmo fondarci per dir falso questo fatto ch' io ricavo dalle opere di Boyle:

» In luglio 1681, il fulmine produsse molti danni sul bastimento inglese l' *Albemarl*, vicino al capo Cod. Il colpo del fulmine fu seguito dalla caduta, proprio sulla barchetta sospesa alla poppa del naviglio, d' una materia bituminosa che bruciava spandendo un odore simile a quello della polvere di cannone. Questa materia si consumò nel luogo dove cadde; e inutilmente si è cercato d' estinguerla con acqua, o toglierla di là con pezzi di legno. »

Facciamo ora di vedere che cosa sono i lampi di calore, ossia i lampi delle notti serene.

» Nella notte più calma si vede brillare il lam-
» po, dice *Seneca*, allo stesso luccicare delle
» stelle; ma siate sicuro, egli aggiugne, che là
» donde parte il lampo debbonsi trovare delle
» nuvole, che la forma sferica della terra non
» ci lascia vedere. *Il fuoco del lampo spinto*
» *verso l' alto si mostra nella parte pura e se-*
» *rena del Cielo, quantunque si sia formato* in
» una nuvola oscura e tenebrosa. » (Quest. nat. l. 2°, §. 26).

Il *padre Lozeran de Fese*, nella sua dissertazione sul tuono, coronata nel 1726 dall' accademia di *Bordeaux*, punto non considerava i *lampi di calore* come lampi primitivi. Secondo lui essi sono il riverbero, sopra certi strati atmosfe-

rici più o meno elevati, di lampi ordinarj nati nel seno d'una tempesta, che per la sfericità della terra non può vedersi direttamente.

Questa spiegazione è semplicissima, e la maggior parte de' fisici l' hanno adottata. E di fatti niente di più naturale che attribuire all' atmosfera una certa forza di riflettere. E forse non è essa che riflette a noi la luce de' crepuscoli molto tempo prima che sorga il Sole, e molto tempo dopo ch' esso tramonti?

Questo ragionamento potrebbe dar luogo ad alcuni dubbj per certe considerazioni di quantità. Forse non potrebbe dirsi che l' atmosfera, quantunque di per sè possa molto riflettere la luce che riceve dal sole, pure non possa in un modo semplice riflettere quella de' lampi, che comparativamente è debolissima? Ecco la risposta.

Nel 1739, facendo dell' esperienze sulla velocità del suono, *Cassini* e Lacaille vedeano nell' atmosfera la luce che veniva dal cannone sparato appiè del fanale di *Cetta*, in quel tempo stesso in cui, secondo la loro situazione, la Città e 'l fanale erano loro interamente nascosti per oggetti ch' erano in mezzo, come la montagna di S. Bauzelì ec. Nel 1803 il sig. de Zach facea dare alcuni segnali sul monte *Brocken* dell' *Harz*, per determinare certe differenze di longitudine. E v'avea degli osservatori sulla montagna di *Kenlenberg*, ad una distanza maggiore di 60 leghe, che osservavano la luce di quelle sei a sette once di polvere che si bruciavano ciascuna volta all'aria libera, quantunque il Brocken per la sfericità della terra non fosse visibile dal Kenlenberg.

Da ultimo aggiugnerò, che quando a Parigi si tira il cannone della batteria bassa degl'*Invalidi*, un osservatore posto nelle vie del giardino di *Luxembourg*, vicino la strada d'*Enfer*, donde non vede nè l'edificio dell'ospitale, nè la freccia tanto elevata della sua cupola, scorge nell'aria, al momento di ciascuna scarica, un certo barlume che si estende fino al zenit, e più oltre.

Se la debole luce, che viene dalla fiamma di poche once di polvere, si riflette nell'atmosfera d'un modo così evidente; che non dee aspettarsi dalla riflessione della luce infinitamente più viva di certi lampi!

Ed eccone di molti per istabilire la possibilità, anzi la probabilità, ove vuolsi, della spiegazione che noi abbiamo indicata de' *lampi di calore*. Non pertanto ci resta ancora a far altro; è mestieri che noi diamo a questa spiegazione la forma scientifica, come la maggior delle teorie moderne; dobbiamo dalle congetture passare a dimostrazioni vere. Ed ecco due casi ne' quali pare a me che tutte si trovino riunite le condizioni che possono desiderarsi. Ed uno l'ho trovato nel viaggio di Saussure; ho raccolto l'altro discorrendo verso per verso i due volumi d'osservazioni meteorologiche di *Luke*-Howard.

Nella notte del 10 all'11 luglio 1783, l'illustre storico delle Alpi si trovava all'ospizio di *Grimsel* in un cielo calmo e sereno. Intanto, guardando verso Ginevra, vedea nell'orizzonte certe strisce di nuvole donde uscivano de' lampi che non pareano produrre assolutamente alcun rumore. La stessa notte, in quell'istante mede-

simo, la città di Ginevra soffriva la più spaventevole tempesta, di cui gli abitanti di quel paese avessero avuto mai esempio.

Il 31 luglio 1813, il signor Howard stando a Tottenham, vicino Londra, vedea sull'orizzonte verso sud est certi deboli lampi di calore. Il cielo era stellato, e non v'avea neppur una nuvola. Il signor Howard seppe dopo non guari da suo fratello, il quale stava sulla costa sud-est dell'Inghilterra, che in questo stesso giorno 31 luglio, nell'ora de' placidi lampi di Tottenhan, si vedea da *Hastings* una gran tempesta che si estendeva in Francia fra Dunkerque e Calais. A questo modo i lampi, di cui si vedea da Londra un certo luccicare nell'atmosfera, erano nate in mezzo a nuvole poste quasi ad una distanza di 50 leghe.

Ora quest'aver provato, che i lampi di calore sono *qualchevolta* lampi riflessi, non porta la conseguenza ch'essi han sempre la stessa origine. Coloro che credono che un cielo perfettamente sereno sia spesso solcato da lampi diretti, da lampi che di per sè strisciano in un aere senza nuvole, possono fondarsi sulla ragione, che sovente i pretesi lampi di calore si mostrano, per esempio a Parigi, per notti intere e verso tutt'i punti dell'orizzonte, senza che il Cielo si covra di nuvole. L'esistenza così prolungata di una specie d'*oasis* di serenità non è in effetti molto probabile.

Il giorno in cui vi fossero in un paese tanti osservatori meteorologisti quanti ne richiede la scienza, potrà facilmente dalla comparazione

de' loro diarii riconoscersi se i lampi di calore, visti in un certo luogo, erano o no il riverbero de' lampi che venivano da una tempesta lontana. E non mi pare possibile potersi decidere la quistione con le osservazioni fatte in un sol luogo, da una sola persona, in quell'istante medesimo in cui il fenomeno apparisce.

Lo strumento che io credo quì doversi adoperare non è d'intrigata costruzione. Esso si compone d'una canna di tre a quattro decimetri di lunghezza, la quale in quell'estremità, che dee essere rivolta verso i lampi, ha un foro circolare di pochi millimetri di diametro. Questo foro è coperto d'una piastra di cristallo di roccia a facce parallele, con 5 a 6 millimetri di grossezza, tagliata perpendicolarmente ai lati del prisma esaedro del cristallo naturale. All'altra estremità della canna, dove l'osservatore avvicina l'occhio, v'ha un prisma di carbonato di calce, di quarzo o di ogni altro cristallo dotato della doppia rifrazione. Questo prisma è acromatizzato.

Se il prisma non fosse, e voi dirigeste la canna verso un oggetto raggiante, o soltanto rischiarato, voi non vedreste che un disco circolare più o meno luminoso. M'a traverso il prisma doppiamente rifrangente, voi vedete due di questi dischi.

Quando la luce dell'oggetto che si osserva è luce bianca *diretta*, i due dischi allora compariscono bianchi. Se per contrario la luce rischiarante non giunge nella canna che *dopo essere stata riflessa* sotto un angolo molto differente da

90° , i due dischi sono variamente colorati. E se, per esempio, l'uno è rosso, l'altro sarà verde. Le due tinte si mutano quando la canna si fa girare sopra sè stessa, ma esse sono sempre l'una compimento dell'altra, sicchè riunite riproducono il bianco.

La luce riflessa dall'aria atmosferica in questo strumento ha tutte le proprietà della luce riflessa dal vetro, dall'acqua ec. Difatti, indirizzate la canna verso un cielo sereno, e voi vedrete i due dischi risplendere con vivissimi colori. E non v'ha che una sola zona ristretissima, vicina al sole, ed uno spazio, anche più limitato dalla parte opposta, in cui questo colorarsi non potesse esser veduto.

Dopo tutto questo io non ho ad aggiungere che poche parole per dichiarare come questa semplice canna ci guiderà alla dimostrazione di ciò che desideriamo.

Supponiamo che sia notte, l'aria serena, e che quando a quando de' *lampi* detti di *calore* rischiarino il Cielo. Dopo avere indirizzato la canna verso la regione dove il fenomeno si manifesta più ordinariamente, si guardi attentamente attraverso d'essa, come se fosse una vera lente. Quando brillerà il lampo, tosto si vedranno nella canna due dischi lucenti. Ora questi due dischi sono bianchi, o piuttosto l'uno e l'altro hanno la stessa tinta del lampo? Se si è osservata una luce diretta, inferitene con certezza, ch'essa non è venuta all'occhio per via di riflessione, che il *lampo ha avuto origine in quella parte d'atmosfera posta al disopra dell'orizzonte*. Ma

se i due dischi si mostrano colorati? Questa allora è una pruova che la luce, di cui i cristalli compresi nel tubo fanno una specie d'analisi, è luce riflessa, ch'essa *deriva da lampi ch' ebbero origine* al disotto dell'orizzonte *visibile*. Misurando l' intensità de' colori de' dischi, potrebbe senza grande difficoltà fermarsi quale regione atmosferica occupano questi ultimi lampi; ma io qui non posso distendermi in molti particolari. È mi basta d'avere dimostrato come, con l'aiuto della più semplice osservazione, possono togliersi tutt' i dubbj che la quistione de' *lampi* di *calore* avea fatto nascere.

Se oggi si aggiusta poca fede ai lampi muti *formati nel seno delle nuvole*, ciò accade perchè nel modo in cui si è cercato un poco ragionevolmente di spiegare i lampi, il rumore dee risultare necessariamente, al manco come la luce, dall'azione delle cagioni fisiche adoperate per fine della loro spiegazione. Così v' ha di coloro che ricorrono ad estreme lontananze dalle nuvole tempestose, quando sarebbe necessario intendere perchè assolutamente non si sente alcuno scoppio dopo certi lampi abbaglianti. Queste immense lontananze non giustificano nulla; e in ogni caso mai non basterebbero a spiegare l' osservazione di *Deluc* (ved. pag. 197), nella quale certi lampi della stessa intensità, e nati in mezzo alle stesse tempeste, eran seguiti, gli uni da rumori che stordivano, gli altri da un silenzio perfetto. E se vuolsi la pruova, che nell' atmosfera il rumore non accompagna necessariamente ogni manifestazione di luce, eccola:

Le trombe sono qualchevolta centro di lampi brillantissimi. Il 4 giugno 1814, *Griswold* si trovò ad *una piccola distanza* (400 metri) da una di queste meteore, nel territorio degl'*Illinois*. Dei lampi quasi continui, e d'uno *splendore* incomparabile, scendeano dalle nuvole verso la terra, ad una piccola distanza dalla superficie esterna della tromba, e forse lungo questa medesima superficie. Intanto *assolutamente non s'udiva affatto alcuno scoppio*. (1)

I *tuoni senza lampi*, a cui sopra ho richiamato l'attenzione de' lettori (ved. pag. 68), possono spiegarsi semplicissimamente. Immaginiamo due strati distinti di nuvole sovrapposte. Supponiamo che lo strato superiore divenga la sede d'una gran tempesta; ch'esso sia solcato da lampi brillanti, e che di là escano scoppi con rimbombo. Se le nuvole inferiori sono molto opache o densissime, la luce de' lampi, per quanto viva si supponga, non giunge a traversarle, e ne sarà quasi del tutto assorbita; alla superficie del-

---

(1) Per tutti coloro che osservavano questa tromba, la mancanza di rumore, in mezzo ad una irradiazione così abbagliante, era un fenomeno straordinario. Griswold crede che nel fondo della tromba si sentisse un certo rumore, come in una tempesta ordinaria. Secondo lui, il rapido movimento giratorio dell'aria, che costituisce la meteora, impediva che le oscillazioni sonore uscissero di dentro la tromba e si comunicassero all'aria quasi tranquilla del resto dell'atmosfera. Io dubito che questa spiegazione, per quanto essa sia ingegnosa, possa avere molti seguaci. E si vorrà meglio ritenere che sia una manifestazione di luce senza rumore.

la terra non giungerà nulla che sia sensibile; e non pertanto, come il suono traversa pure certi corpi non permeabili alla luce, così lo stesso osservatore che non vede il lampo può sentire perfettamente il tuono.

La duplice supposizione, che due strati di nuvole sovrapposti esistano simultaneamente nell'atmosfera, a differenti altezze, e che la tempesta si manifesti solo nello strato superiore, potrebbe, ove facesse d'uopo, esser sostenuta dalle relazioni di molti viaggiatori degni di fede; onde noi siamo certi d'avere mostrata *una delle cagioni de' tuoni senza lampi*. Ho detto solo, una *delle cagioni*, perocchè ho citato, p. 132 e seg., certi fulmini la cui sede non parea che fosse nelle nuvole, e che scoppiano violentemente, senz'essere stati annunziati da alcun fenomeno di luce.

Del tuono ordinario, dell'intervallo che lo separa dal lampo, del suo rimbombo, de' suoi scoppi, delle maggiori distanze alle quali s'estende, del tuono de' giorni sereni, della lunghezza de' lampi.

Accade qualchevolta che il tuono non si fa sentire se non *dopo moltissimo tempo che il lampo è apparso*. Ciò ha bisogno di spiegazione, affinchè niuno non dubiti, *sebbene la cosa non meriti una dimostrazione*, che la luce ed il rumore non nascano simultaneamente. Del resto il fenomeno è così semplice, che gli antichi, non essendo generalmente molto innanzi nelle cose

della fisica, di già ne aveano conosciuto la vera cagione. Aprite, per esempio, il libro VI del poema di *Lucrezio*, e troverete dapprima delle osservazioni fatte a fine di stabilire, che la luce in generale si muove molto più prestamente che il suono. Dopo pochi versi troverete, come conseguenza necessaria degli antecedenti, che la luce del fulmine dee giugnere fino a terra assai più presto che il suo rumore, quantunque il rumore e la luce sieno prodotti al tempo stesso e per il medesimo colpo.

Questa spiegazione è esattissima. Quanto a questo, il solo vantaggio che noi abbiamo sui filosofi dell'antichità, è quello di potere assegnare, per ogni distanza data, di quanti secondi intieri e frazioni di secondo il suono è più tardo della luce.

Due fenomeni astronomici (*l' ecclissi de' Satelliti di Giove e l' aberrazione*) ci han fatto conoscere che la luce discorre uniformemente lo spazio, con una velocità di 80 mila leghe per ogni secondo di tempo. Di quì risulta che ottomillesimi di secondo bastano per oltrepassare 10 leghe. Ora *dieci leghe*, senz' alcun dubbio, sorpassano l'altezza alla quale i lampi ed il tuono si formano nella nostra atmosfera. E però, ove non voglia tenersi conto d' una minima frazione di secondo, ci sarà lecito, in tutte le nostre investigazioni sul tuono, di supporre che noi vediamo il lampo nell'istante stesso in cui nasce.

Quanto al suono, dopo le esperienze più recenti, si può affermare, che alla temperatura di + 10° centigradi la sua velocità è di 337 me-

tri per ogni secondo. Se la nuvola, donde il fulmine è scoppiato, è a 337 metri di distanza in linea retta, dovrà passare un secondo intiero, dopo l'apparizione della luce, prima che s' oda il rumore.

Così ad una distanza di 674^m corrisponderebbe
2" d'intervallo.
A. . . . . 1011 . . . . 3".
A. . . . . 3370 . . . . 10";
e via via sempre con la stessa proporzione.

L'osservatore, che avrà con un cronometro determinato il numero di secondi compresi tra l'arrivo del lampo e quello del tuono, potrà facilmente dedurne la distanza che lo separa dal punto in cui la meteora si è manifestata. E basterà moltiplicare questo numero, intero o frazionario che sia, per 337. Il prodotto sarà la distanza cercata espressa in metri.

Questo risultamento, e bisogna bene notarlo, è in generale la distanza rettilinea della nuvola, misurata sopra una linea inclinata all' orizzonte; è l'ipotenusa d'un triangolo rettangolo, di cui gli altri due lati sono, da una parte, una porzione dell' orizzontale del luogo dell' osservazione, e dall' altra l'altezza verticale della nuvola sopra quest' orizzontale.

Per potere dalla lunghezza dell'ipotenusa dedurre l' altezza verticale della nuvola, bisogna conoscere *l' altezza angolare* di quell' estremità del lampo ch'è più vicina al luogo dell' osservazione; bisogna sapere s' essa è di 10°, di 20°,

di 45°, ec. Quest'altezza può determinarsi con molta esattezza per mezzo d'un grafometro, d'un teodolita, o d'uno strumento a riflessione, prendendo per segno, per punto di mira, certe cose accidentali con certa figura e chiarezza, che sono più vicine al punto dove il lampo è apparso, e da cui le nuvole tempestose non sono mai scompagnate. Una volta che si è conosciuto ciò, il calcolo può farsi facilissimamente.

A questo modo, di punto in punto, si sono determinate le altezze asssolute delle nuvole, rapportate nella pag. 25. Questo genere d' osservazioni è stato fin quì trascurato; ed è importante assai nella meteorologia che si vegga generalmente adoperato. I più grandi ed i più piccoli intervalli tra 'l lampo e 'l tuono, debbono sopratutto richiamare l' attenzione de' fisici: i primi, perchè oggi servono a determinare la maggiore altezza delle nuvole tempestose; i secondi, per un certo legame possibile ch' essi hanno con una quistione molto controversa, di cui dirò quì alcune parole.

Quando scorre un secondo di tempo tra 'l lampo ed il tuono, la maggiore *altezza perpendicolare* delle nuvole è di 337 metri; quando l' intervallo fra' due fenomeni è di 1/2 di secondo, l' altezza delle nuvole non può essere superiore a 168 metri; a 4/10, a 3/10, a 2/10, ad 1/10 di secondo d' intervallo, corrispondono rispettivamente nelle nuvole inferiori le altezze di 135 metri, di 101 metro, di 68 metri, di 34 metri.

La freccia della cupola degl' *Invalidi* è a 105

metri d'altezza verticale. Supponiamo che, in tempo di tempesta, un uomo situato vicino a quest'edifizio scorga uno di quei lampi, che *pure che non abbandonino le nuvole*, e ch'egli s'assicuri maggiormente che il tuono è succeduto al lampo nel breve spazio di $^3/_{10}$ di secondo.

Da questo numero dovrà trarsi, come testè abbiam veduto, la conseguenza che le nuvole, supposto ch'esse sieno il centro del fulmine, non potrebbero avere un'altezza maggiore di 101 metro, e dovrebbero investire la freccia della cupola. Se dunque la freccia è rimasta libera, se le nuvole furon sempre al di sopra di essa, *sarà dimostrato* che il tuono non nacque nel loro seno, e la teorica de' fulmini ascendenti aggiugnerà pure forza a questo fatto.

A Strasburgo, dove il campanile ha 142 metri d'altezza, questa maniera di osservazione si estendeva fino al caso in cui l'intervallo tra il lampo e 'l tuono era di $^4/_{10}$ di secondo. Vicino alle montagne, se si fosse innanzi cercato un certo numero di segni ben fissi, sarebbe stato facile di arrivare fino ai secondi intieri. Dei secondi intieri d'intervallo, in fine, non sarebbero in alcun luogo un ostacolo all'applicazione del metodo, se si potesse con un pallone determinare o l'altezza esatta delle nuvole, o almeno un solo limite.

Io non so se m'inganno, ma certe osservazioni in questo genere di cose meritano tutta l'attenzione de' fisici. Non sarebbe forse importante, con una semplice comparazione di cifre, sciogliere l'interminabile quistione de' fulmini

ascendenti, ossia de' fulmini che si suppone doversi innalzare da terra? Quanto a coloro che credono che due esalazioni, una ascendente e l'altra discendente, debbano concorrere invariabilmente per produrre questi fenomeni, essi forse troverebbero in queste esperienze, supposte fatte al tempo stesso in due luoghi, come conoscere in quale parte il tuono si forma. Or non darebbero essi una grande probabilità al loro sistema, se per esempio, si trovasse che il centro dei tuoni dee essere tra le nuvole e la terra?

E partendo da' dati numerici che noi abbiamo stabiliti, facciamo ora di determinare le più grandi distanze alle quali il tuono sia mai giunto.

Si è potuto vedere alla pag. 66 che de l'*Isle* contò una volta 72 secondi tra'l lampo ed il tuono. Questo numero, il più notabile tra tutti quelli di cui si faccia menzione negli annali della meteorologia, moltiplicato per 337, dà per la distanza della nuvola in cui è apparso il lampo:

24264 metri o circa 6 leghe di 4000 metri.

Dopo questo risultamente eccezionale (72 secondi), il maggiore che mi sia stato possibile di trovare è di 49 secondi. Questo numero, moltiplicato per 337, dà:

16513 metri, o un poco più di 4 leghe di 4000 metri.

La maggiore distanza alla quale il tuono è giunto pare dunque che sia di 6 leghe. Le maggiori distanze ordinarie non giungono che a 4 leghe. (1)

---

(1) Forse è bene di trovare qui alcuni limiti di distanze

La picciolezza di questi risultamenti farà maraviglia, specialmente quando si vorrà considerare fino a qual punto il rumore del cannone si estende più lontano. Io trovo, per esempio, che il cannone tirato a Firenze giugne qualchevolta fino al vecchio *castello* del *monte-Rotondo*, vicino *Livorno*, alla distanza in linea retta di 20 1/2 leghe (82 chilometri); che tirato il cannone a *Livorno*, qualche volta si sente a *Porto-Ferraio*, ad una distanza di 20 1/4 leghe; che al tempo in cui i Francesi facevano l'assedio di Genova, il rumore della loro artiglieria giugneva fino a *Livorno*, ad una distanza di 36 3/4 leghe (147 chilometri).

La poca distanza che basta per non fare udire affatto il rumore de' tuoni più violenti ha destato maraviglia in tutt' i paesi. Così io trovo nelle memorie de' missionari della Cina, tom. IV, che l'imperatore Kang-hi, che si era occupato in fi-

---

determinate direttamente. Il 25 gennaio 1757, il fulmine cadde con un rumore *spaventevole* sul campanile di *Lestwithiel* (*Cornouailles*) e lo distrusse quasi per intero.

Il celebre *Smeaton* era allora lontano di là di circa 12 leghe (*therty miles*); egli vide i lampi, ma non intese affatto alcun rumore.

Muschenbroek riferisce che qualchevolta tuona fortissimamente a *La Haye*, senza che si senta nulla da *Leyda*, alla distanza di 4 leghe (16 chilometri), e da *Rotterdam*, alla distanza di 5 e 1/4 di lega.

Si hanno pure esempli di tempeste violentissime cadute sulla città di Amsterdam, nelle quali si è veduto lampeggiare, ma il tuono non si è propagato fino a Leyda, ad una distanza di 9 leghe.

sica de' fenomeni del fulmine, portava a 10 leghe lo spazio maggiore che i tuoni possono percorrere; e poi d' altra parte assicurava di avere udito il rumore dell' artigliera fino ad una distanza di 30 leghe. Oggi dee ricercarsi se il grande affievolirsi del suono, di cui ora abbiamo parlato, possa dipendere esclusivamente dalle ripercosse parziali che soffre incontrando obliquamente le superficie di separazione degli strati atmosferici di differente densità (1).

---

(1) In generale si sa poca cosa intorno alle cagioni diverse che possono influire sull' intensità del suono, e sul modo con che operano. *Derham* pretende che i suoni si odono più lontano e più distintemente nel verno, e massime ne' tempi di gelo, che nella state. Quest' opinione è stata confermata dal Capitano *Parry*. Io lessi nel suo primo viaggio (pag. 143): » La distanza alla quale giugnevano i suoni nell' aria aperta, finchè il freddo fu inteso, era estremamente grande, e » ci facea maraviglia, non ostante le continue occasioni che » ci veniano porte di fare quest' osservazione. Così, per » esempio, noi spesso abbiamo sentito, alla distanza di un » miglio (1600 metri), degli uomini che ragionavano fra loro a voce ordinaria. Il giorno 11 febbraio 1820, io udii, ad » una maggiore distanza ancora, un uomo che andava zufolando (*a man singing to himself*), camminando lungo la » spiaggia. »

Derham crede di avere osservato, che la neve di fresco caduta sia più efficace ad indebolire il suono di quello che non è quella neve vecchia sulla cui superficie si è formata una crosta compatta.

Ei pure crede che le nebbie possano di molto allentare le onde sonore. Delle nebbie sparse uniformemente producono forse l' effetto che ci ha manifestato il fisico inglese. Però in altre condizioni esse fanno il contrario. Così in novembre

Valendoci de' risultamenti che noi abbiamo ottenuti intorno alle maggiori distanze che il tuono percorre, noi potremo risolvere una importante quistione: noi vedremo se ne' tuoni de' giorni sereni non debba vedersi altro che il rumore de' tuoni ordinarj, nati nel seno delle nuvole che si trovano al di sotto dell' orizzonte, o se ci è conceduto di considerarli come tuoni, che hanno avuto origine e che hanno brillato in mezzo all' atmosfera più pura. Ecco, in poche parole, per quali legami questi due generi di verità sono uniti.

Un uomo di bassa statura, il cui occhio è ele-

1812, l' atmosfera essendo ad una piccola altezza, coverta di uno strato denso e continuo di vapori, il sig. Howard udì distintamente il rumore che facevano le vetture passando sopra il selciato di Londra, quantunque ne fosse lontano di più di 2 leghe (5 miglia).

Le osservazioni fatte da *Humboldt* sulle rive dell' *Orenoco*, hanno precisamente stabilito che i suoni vanno più lontano la notte che il giorno. Ma è egli ugualmente certo, che questa differenza dipenda, come vuol far credere il mio illustre amico, dalle correnti d' aria calda che di giorno si elevavano dal suolo verso le regioni superiori dell' atmosfera?

È un opinione ammessa, che quando il vento ha una direzione contraria a quella che segue il suono si menoma di molto la sua intensità. E quanto a questo i fatti confermano il sentimento generale. Ma non possiamo dire il simigliante dell' opinione, non meno generale, che i venti, seguendo la stessa direzione del suono, sostengono la sua forza e lo trasportino più lontano. E alcune osservazioni di Delaroche pare che stabiliscano, che se v' ha de' venti, quanto all' intensità, contrarj al suono, non ve ne ha affatto de' favorevoli.

vato di 1ᵐ 6, può vedere, se l'orizzonte è libero, un'oggetto posto a terra alla distanza d'una lega di 4000 metri.

Se l'oggetto è ad un'altezza di 25 metri, sarà veduto a 5 leghe 1/2 di distanza.

Se l'altezza è di 500 metri, potrà scovrirlo ad una distanza di 21 lega.

E se infine supponiamo che l'oggetto sia ad un'altezza di 1000 metri potrà pure vedersi ad una distanza di più di 29 leghe.

Torniamo ora sopra l'osservazione che abbiamo riferita (pag. 72). Volney, tanto ben conosciuto per la sua diligenza e per la sua esattezza, stando a Pontchartrain, sente distintissimamente quattro o cinque colpi di tuono. Ei guarda d'intorno a lui, e non vede alcuna nuvola, nè nel cielo nè vicino alla terra. Se i cinque colpi non sono partiti da quella parte d'atmosfera diafana che ricovre l'orizzonte visibile; se il loro *centro* o la *cagione* dee essere ricercata nelle nuvole poste al di là de' limiti di quest' orizzonte, bisognerà che queste nuvole non sieno ad una distanza maggiore di 6 leghe; perchè in altro caso lo scoppio non sarebbe stato sentito. Ora certe nuvole per essere invisibili alla distanza di 6 leghe, non debbon trovarsi a più di 30 metri di elevazione. Ed eccoci condotti ad ammettere, o che i tuoni uditi da Volney venivano da un'atmosfera perfettamente serena, o ch' essi aveano avuto origine nelle nuvole poste non più che alla piccolissima altezza di 30 metri. La scelta fra queste due ipotesi a me pare che debba essere tanto meno dubbia, in quanto le nuvole, che un

ora dopo lo scoppio udito da Volney si sparsero per l'atmosfera di *Poutchartrain*, erano nuvole di grandine elevatissime. Checche sia di quest'argomento, quanto all' osservazione particolare che l'ha fatto nascere, dee rimanere stabilito, che dopo avere udito de' colpi di tuono in un cielo sereno, bisogna che si ricerchi accuratamente, guardando intorno di sè, se qualche nuvola cominci ad apparire da' limiti dell' Orizzonte visibile (1).

---

(1) Guardando queste cose più da vicino, io non ho trovato che le circostanze dell' osservazione di Volney, dalle quali deriva certamente, che il tuono può formarsi in un cielo sereno.

Plinio riferisce che al tempo della congiura di *Catilina*, un decurione del municipio di *Pompeo* (M. Herennius) fu colpito dal fulmine in un Cielo senza nuvole. *Plinio* però non dice se il tuono accompagnò il fulmine. Questa citazione dunque lascia la quistione nel medesimo stato.

Svetonio ci dice, « che dopo la morte di Cesare, fu visto, » in un cielo puro e sereno, un cerchio simile all' arco bale» no circondare il disco del Sole, ed il fulmine colpire il » monumento di *Giulia* figlia di *Cesare*. »

Oggi noi sappiamo, che niun cerchio simile all' arco baleno, niun cerchio, e sia un alone o una semplice corona, non si forma intorno al Sole in un cielo puro e sereno. Lo storico avrebbe dovuto contentarsi di dire, che il fenomeno accadde in un tempo leggermente rannuvolato. Per altro si è osservato ch' egli non parla di tuono.

L' avvenimento narrato da *Crescenzio* muove lo stesso dubbio. Quest' autore racconta, che un giorno verso mezzodì, in un cielo sereno, vicino l' isola di Procida, cadde il fulmine sulla galea a tre ordini di remi, la s. *Lucia*, dove desinava il Cardinale d'Aragona, e distrusse molte parti dègli ornamenti della nave; uccise tre forzati, danneggiò due altre

Per trarre alcune conseguenze importanti dalla determinazione del tempo che separa il lampo dal tuono che accompagna il fulmine, noi non abbiamo avuto bisogno di conoscere a quale cagione fisica il tuono debb' essere attribuito. Le ricerche che sono state fatte per iscovrire questa cagione, debbon essere quì cennate, sebbene non abbiano avuto tutto l' effetto che si volea.

Battendo le nostre mani viene a prodursi un gran rumore; ora che fracasso non dee venire dall' urto di due immense nuvole? Nel fondo, questa è l' idea che *Seneca* si avea formata del rumore del tuono (Quest. nat. lib. II. §. 27).

Descartes non ha fatto, come a me pare, che seguire la stessa opinione dell' autore delle *Quistioni naturali*, e cercare di raffermarla con una comparazione. « Per le tempeste, ei dice, che » sono accompagnate da tuono, da lampi, da

---

galee. Ma questo fulmine produsse forse alcun tuono? Io l' ignoro. Tutti quei danni sarebbero mai effetto della caduta di aeroliti? Niuno potrebbe oggi rispondere a questa quistione. Nelle memorie di *Forbin*, alla data del 1685, io leggo: Il Cielo essendo serenissimo (vicino lo stretto della Sonda), noi udimmo un gran colpo di tuono, come il rumore d' un cannone sparato a palla: il fulmine che fischiava orribilmente cadde nel mare a due cento passi lontano dalla nave, e seguitò a guizzare nell' acqua, che fece gorgogliare per lunghissimo spazio di tempo.

Tutte queste circostanze rassomigliano esattamente a quelle che accompagnano la caduta d' un grosso *aerolita*; sicchè naturalmente non puossi credere, che lo scoppio, il sibilo e 'l gorgoglio del mare, descritti da *Forbin*, procedano da una di quelle meteore.

» turbine e da fulmine, delle quali ho potuto
» veder qualch' esempio sulla terra, io non du-
» bito punto ch'esse non procedano da questo,
» ch'essendovi molte nuvole l'una sull'altra,
» *accade qualchevolta che le alte scendono* di
» un tratto *sulle più basse*, nel modo stesso che
» mi ricorda di aver veduto un'altravolta sulle
» Alpi, dove le nevi, intorno al mese di maggio,
» essendo riscaldate e fatte pesanti dal Sole, un
» piccol movimento dell'aria era bastante per
» farne cadere all'improviso de' grandi mucchi
» che si chiamano *valanche*, e che rimbomban-
» do nelle valli, imitavano precisamente il rumo-
» re del tuono.

Questa spiegazione cadrà di per sè ammesso una volta, che spesso tuona senza che nell'aria vi sieno due strati di nuvole.

Seneca e *Descartes* si servivano del preteso ravvicinamento istantaneo di due strati di nuvole superficiali, per condensare una certa massa d'aria, dalla cui dilatazione ugualmente improvvisa avrebbe potuto venirne il rumore del tuono. I loro seguaci han fatto entrare l'atmosfera nella spiegazione del fenomeno, di un modo opposto. Essi credono che il fulmine nel suo cammino produca il vuoto per tutto dove passa. Il rumore sarebbe la conseguenza del ritorno dell'aria, come avviene nell'apparecchio conosciuto in tutt'i gabinetti di fisica sotto il nome di *crepa-vescica*.

Il ritorno improvviso dell'aria nel vuoto, dee senza dubbio produrre del rumore. Se il fulmine forma un vuoto passando a traverso dell'atmosfera, il tuono ne sarà la conseguenza; ma per

quale cagione fisica il fulmine produce il vuoto? Ecco quello che niuno finora non ha scoverto. Di qui può vedersi che la spiegazione del fulmine non si è ancora trovata; e che fino a questo punto non si è fatto che togliere una difficoltà incontrando una difficoltà maggiore.

Del resto, qualunque sia la cagione fisica dello scoppio del fulmine, ci resta ora a vedere l'origine di quel lungo *rimbombo* che tutto il mondo ha osservato, l'origine de' subiti cambiamenti d'intensità e così spesso ripetuti, che formano il fragore del tuono.

Per lungo tempo tutti si sono accordati a credere, che il rimbombo del tuono non fosse che l'effetto di echi ripetuti. Questa spiegazione fu sì tosto abbandonata siccome era stata ricevuta, cioè dopo breve considerazione. Ora dobbiamo noi, con una seria discussione, assegnare ad essa il luogo che dee avere.

Tutti coloro che sono stati testimoni d'una tempesta in qualche valle circondata di alte montagne, sanno come delle circostanze locali possono aggiungere un rimbombo, e intensità e durata al fragore del fulmine. Noi dunque non dobbiamo qui vedere se gli echi entrino in questi fenomeni. La quistione da risolvere è questa, se gli echi sono sempre la cagione del rimbombo osservato.

Io ho citato de' casi (pag. 63), in cui il fragore del tuono è durato 36, 41, e pure 45 secondi. Ora è egli dimostrato che gli echi possan cagionare così lunghi rumori? Quanto agli echi propriamente detti, ciò che in questo punto mi ritorna alla memoria di più straordinario, è una

osservazione del mio amico il reverendo *Will. Scoresby*. Vicino ai laghi di Killarney, in un luogo indicato a *Scoresby* da coloro che il guidavano, egli udiva il rumore della scarica di una pistola in un *mezzo-minuto*. Noi avremmo almeno bisogno di tre quarti di minuto; ma noi possiam supporre che se si fosse udito il rumore rimbombante del cannone in vece di quello d' una pistola, i 30 secondi sarebbero divenuti 45 secondi, ed anche più. E questa intensità a me pare che debba essere tanto più presa in considerazione, in quanto ne' luoghi vicino Parigi, è ben da osservare, sotto il rapporto degli echi, come appiè della torre di *Montlhèry*, mentre si faceano delle esperienze sulla velocità del suono, nel mese di giugno 1822, i sig. de *Humboldt*, *Bouvard*, *Gay-Lussac ed Emilio de Laplace*, udivano per 20 e 25 secondi il rumore del cannone scaricato daccanto a loro. Ei non v' ha dunque speranza di poter diffinire in tal modo con asseveranza la parte che hanno precisamente gli echi nello scroscio del tuono.

I marinaj assicurano che in pieno mare il fulmine è accompagnato da lunghi rimbombi come sulla terra, sebbene colà non ci sieno per far riflettere il suono, nè facciate di muro, nè rocce, nè boschi, nè colline, nè montagne. Coloro che traggono argomento da queste cose, dimenticano le nuvole, o piuttosto ammettono che le nuvole non hanno potere di riflettere i suoni. *Muschenbroek*, intanto, dice che nel medesimo luogo dove la scarica del cannone non fa sentire che un solo colpo quando il cielo sereno, il rumore

si ripete molte volte se il tempo è rannuvolato. E se non vuolsi ammettere quest' osservazione del fisico olandese, perchè poco particolarizzata; io estrarrò dalla memoria che publicai nel 1822, sulle sperienze fatte per la velocità del suono, intorno a cui era quistione, queste osservazioni.

» A *Ville-Juif*, ci è incontrato quattro volte
» di udire, a due secondi d' intervallo, due col-
» pi distinti del cannone di *Montlhèry*. Due al-
» tre volte il rumore di questo cannone è stato
» accompagnato da un rimbombo prolungato.
» *Questi fenomeni non hanno mai avuto luogo*
» *che al momento dell' apparizione di alcune*
» *nuvole. In un cielo tutto sereno il rumore era*
» *unico, e non durava che un istante.*

E per dimostrare deffinitivamente, che il rimbombo del tuono non viene solamente e sempre da' suoni riflessi, ecco quale osservazione potrebbe recarsi in mezzo.

Il Cielo è uniformemente coverto; apparisce un lampo al *zenit*, e poco dopo scoppia il tuono con un rimbombo prolungato. Dopo un poco un nuovo lampo fende la nuvola nella *stessa regione* del *zenit*; il tuono lo segue; ma questa volta, sebbene fortissimo, il colpo è secco e non dura. Ora come spiegare queste grandi dissomiglianze, supponendo che il rimbonbo del tuono non sia che un semplice fenomeno di echi?

Uno degli autori più fecondi e più ingegnosi di cui può gloriarsi l' Inghilterra, il Dottor *Robert Hooke*, è stato il primo, credo io, a far entrare nella spiegazione del rimbombo del tuono, una circostanza importante, e trascurata senza

ragione dalla maggior parte de' fisici moderni. Ed io intendo la distinzione essenziale ch' ei pone, alla pag. 424 de' *Posthumous* Works stampati nel 1705, tra i lampi semplici e i lampi composti o moltiplici. Ciascun lampo de' primi non occupa che un pûnto nello spazio, e dà origine ad un rumor breve ed istantaneo. Per contrario, il rumore che viene dagli altri è un rimbombo prolungato, perocchè le *differenti parti delle lunghe linee che occupano questi lampi, trovandosi generalmente a distanze diverse*, i *suoni* che *producono*, *sia successivamente*, sia *nel medesimo istante fisico*, *debbono adoperare tempi gradatamente ineguali per giugnere a colpire l' orecchio dell' osservatore.*

Questa teorica ingegnosa del Dottor Robert Kooke, fu riprodotta or sono cinquanta anni, nell' *Enciclopedia britannica*, da Robinson. E dovendo questo fatto raccomandarla ai meteorologisti, io porrò quì la traduzione di alcune parole dette a questo uopo dal celebre professore d' Edimburgo.

« Io scorsi un lampo parallelo all' orizzonte,
» che poteva avere tre miglia di lunghezza (una
» lega e 2/10). Esso parve continuo: niuno a-
» vrebbe potuto dire donde cominciava. Il tuo-
» no fu dapprima di un colpo intensissimo, e
» dopo un fragore irregolare che durò circa 15
» secondi. Io immagino che gli scoppj sieno
» giunti simultaneamente nella vasta estensione
» del lampo, ma che non sieno stati per tutto
» della medesima intensità. Differenti parti del-
» l' *agitazione sonora* (*sonorous agitation*)

» giunsero fino all' orecchio per le ondulazioni
» sonore dell' aria, le *une dopo* le *altre*, il che
» produsse l'effetto d'un suono prolungato. Lo
» stesso avverrebbe apparentemente ad una per-
» sona posta all' estremità d'una lunga fila di
» soldati che scaricassero i loro fucili tutti in un
» istante. Costui sentirebbe pure un rimbombo
» irregolare, se i fucili non fossero ugualmente
» scaricati in tutte le parti diverse della fila. »

Seguitiamo questa comparazione della fila di soldati che scaricano le loro armi tutti in *un istante*, e noi vedremo come può avvenire che de' lampi, apparentemente di lunghezza simili, cagionano non pertanto certi rumori e rimbombi tanto diversi. Per fissar meglio le idee, supponiamo dapprima che la fila sia rettilinea, e che vi sia un metro di distanza tra un soldato e l'altro vicino. Oltre a ciò, supponiamo che l' osservatore si trovi, per esempio, ad un metro lontano dal primo soldato.

Il rumore del fucile del primo, del secondo, del terzo, del centesimo, ec. ec. soldato, gli giugneranno $\frac{1}{337}$, $\frac{2}{337}$, $\frac{3}{337}$ . . $\frac{100}{337}$ di secondo, ec. dopo la scarica. Se nella fila vi fossero 337 soldati, il rumore durerebbe un secondo, quantunque realmente tutt' i fucili fossero stati scaricati simultaneamente. A 674 soldati, corrisponderebbe un rumore di 2 secondi; a 3370 soldati, un rumore di 10 secondi; e così via via; sempre proporzionatamente.

Supponendo la fila de' soldati *sempre* rettilinea, innalziamo dal suo mezzo una perpendi-

che potrebbero esser degne dell' attenzione dei fisici.

Chiunque ha per poco considerato il cammino dello spirito umano, non pregia le teorie se non in quanto esse danno mano ad esperienze ed a collegamenti, i quali senza di quella guida sarebbero passati inavvertiti. E questa proprietà ha pure la teoria che noi abbiamo testè esposta intorno al rimbombo del tuono. Difatti essa ci darà, se non le vere lunghezze de' lampi, al manco la misura evidentemente più piccola, il che è pure qualche cosa.

Supponiamo un lampo situato per intero da un certo lato del zenit. Conduciamo due raggi visuali alle sue due estremità. Questi due raggi e'l lampo supposto rettilineo, formeranno un triangolo, nel quale l' occhio dell' osservatore occuperà l' angolo inferiore.

In ogni triangolo di questa natura, un lato è minore della somma degli altri due. Noi potremo dunque stabilire quest' ineguaglianza: il raggio visuale condotto dall' occhio dell' osservatore all' estremità più lontana del lampo, è *piu piccolo* della somma che si ha aggiugnendo alla lunghezza del raggio menato all' estremità più vicina, la lunghezza del lampo. Ma se due quantità sono disuguali esse restano pure tali quando l' una e l'altra hanno avuto la stesssa diminuzione. Dalle due lunghezze paragonate nella precedente disuguaglianza, togliamo il più corto raggio visuale condotto dall' osservatore al lampo; e resterà, da una parte, la differenza del raggio visuale più lungo al più corto; dall' altra il corto rag-

gio visuale, più la lunghezza del lampo, meno il raggio visuale corto, che in fine non è se non la lunghezza del lampo. Così pure resta stabilito, che la differenza di questi due raggi visuali è più piccola della lunghezza del lampo (1). Quando questa differenza sarà determinata in metri, si avrà perciò un limite in meno per la lunghezza cercata. Vediamo ora s'è possibile la determinazione in metri della differenza de' due raggi visuali.

Perchè il lampo è seguito da un rimbombo? Perchè le sue diverse parti sono a distanze inuguali dall'osservatore. Qual è la durata di questo rimbombo? Questa durata, come noi l'abbiam pure spiegata, è il tempo che si richiede perchè il suono percorra un *intervallo uguale alla differenza di lunghezza delle due linee condotte alle due estremità del lampo.* Moltiplicando per 337 il numero di secondi che quel fragore del tuono ha durato, si avrà dunque, in metri, la differenza de' due raggi visuali condotti alle due estremità del lampo, e come se questa differenza avesse potuto misurarsi nello spazio. Il risultamento della moltiplicazione sarà *il limite in meno* che noi cerchiamo. Citiamo alcune cifre.

---

(1) Un calcolo, semplice che sia, è sempre difficile a svilupparsi con parole. Del resto, l'ultima conseguenza, alla quale noi volevamo giungere, non era se non questo principio di geometria: in *ogni triangolo rettilineo un lato è maggiore della differenza degli altri due*, principio che viene direttamente da quest'altro, conosciuto da tutto il mondo: un lato è minore della somma degli altri due.

Noi troviamo alla pag. 63, che de L' Isle osservò a Parigi, nel 1712, de' tuoni il cui rimbombo durò 39, 41 e 45 secondi. Moltiplicando questi tre numeri per 337, si avrà rispettivamente 13143, 13817, e 15165 metri, o che vale lo stesso, i lampi corrispondenti aveano almeno una lunghezza di 3leghe, 3; di 3leghe, 4; di 3leghe, 8. Ora chi si avrebbe aspettato così enormi risultamenti?

Per fissar meglio le idee, io ho supposto dal principio che il lampo era situato da un solo lato del zenit. Ogni altra ipotesi diversa non altererebbe le conseguenze che noi abbiamo ottenute. Solo i *limiti calcolati* (giacchè per difetto d'un angolo noi non abbiamo trovato che limiti) si troverebbero anche più al di sotto della vera lunghezza del lampo.

Odori sviluppati da' colpi del fulmine.

Alcuni fisici non han creduto che fosse necessario ricorrere a cagioni particolari per potere spiegare l'odore acuto, onde è accompagnato ogni scoppio del fulmine. La materia fulminante, che in maggiore o minor quantità passa a traverso le papille nervose de' nostri organi, non può forse, com'essi dicono, eccitare di per sè un movimento simile a quello che vien prodotto dall'azione di tale o tal altro odore?

Ciò potrebbe ammettersi fino ad un certo punto, se quì non si trattasse che d'un odore istantaneo. Ma il fulmine sviluppa dovunque scoppia, pure nell'aria aperta, certi odori che durano

lungo tempo (ved. pag. 74). Quando esso penetra in un luogo chiuso, dopo il suo passaggio, si formano certi vapori solforosi, *a traverso ai quali qualchevolta non può vedersi alcuna cosa* (p. 75). Evidentemente dunque v' ha delle materie disseminate nell'aria. Queste materie dee supporsi che il fulmine le trasporti nel suo cammino, come quelle di che si formano i depositi di polvere studiati da Fusinieri, e che ci son serviti per dare un principio di spiegazione dei lampi di forma sferica (p. 188); o pure derivano da quell' improvvisa vaporazione delle sostanze contenute ne' legni verdi o secchi, inverniciati o non inverniciati, nelle mura, nelle pietre, nelle terre, ec., dove il fulmine è passato? Questo non potrebbe ora decidersi. Ma qualunque di queste due spiegazioni sia quella che dee preponderare, ei non bisogna credere ciecamente che sia sempre la stessa la natura dell' odore sviluppato. Di fatti io trovo, che se più ordinariamente quest' odore si è rassomigliato a quello del solfo, v' ha pure di coloro che l' hanno paragonato all' odore del fosforo; ed altri, infine, a quello del gas nitroso. L' odore di gas nitroso, come ha potuto vedersi nel §. XIV, sarebbe più facile a spiegare.

Il fulmine opera delle fusioni, delle cristallizzazioni istantanee; raccorcia i fili metallici, lungo i quali si trasmette; fa molti buchi nei corpi pe' qualip assa ec.

Quanto al fatto, io qui non ho nulla ad aggiugnere a quello che abbiam detto sopra questi effetti singolari del fulmine. Noi ignoriamo affatto in qual modo esso sviluppa istantaneamente tanto calore. Per potere spiegare i molti fori che il fulmine forma qualchevolta, passando a traverso di certe piastre metalliche, si sono immaginati de' modi con che si agglomera e si propaga la materia fulminante la quale, se manca anche in piccola parte, non lascia alcun segno delle direzioni inverse degli orli de' buchi. Queste direzioni inverse fanno credere, che due correnti opposte vadano ad incontrarsi alla superficie de' corpi fulminati (1). Il *raccorciamento* de' fili pare che

(1) Dopo stampato il foglio (pag. 104), dove si tratta dei fori con orli opposti prodotti dal fulmine, ho trovato nel *Giornale* di *Pietro Configliachi* e *Gaspare Brugnatelli* (1827, p. 355), un'osservazione del Dottor *Fusinieri*, secondo me, notabile per questa circostanza che i fori con orli opposti non pare che si sieno formati nel punto che il fulmine colpì la prima volta. Del resto, ecco la traduzione delle parole del fisico italiano.

» Il 25 giugno 1827, ad 8 ore della sera, il fulmine cad-
» de sulla casa N°. 1349 di Vicenza. Dapprima fu colpita
» una grondaia orizzontale di latta. Questo mezzo-tubo era
» stato rotto per 4 a 5 pollici di lunghezza. Un tubo verti-

debba essere la conseguenza degli sforzi che fa la materia fulminante per isprigionarsi trasversalmente, e che si manifestano agli occhi con fenomeni di luce; ma io non mi fermerò più sopra queste idee vaghe ed incerte. Nuove esperienze, nuove osservazioni potranno fare ch'esse abbiano un luogo conveniente nella scienza.

Trasporti di materia operati dal fulmine.

I corpi, movendosi, producono certi effetti meccanici che dipendono al tempo stesso dalla lor massa e dalla loro velocità. Piccola che fosse dunque la massa della materia fulminante, se si dotasse d'una bastante velocità (e in questo senso i termini oggi sono indefiniti), potrebbero *facilmente*, *quanto all' intensità*, spiegarsi tutt'i fatti che noi abbiamo riuniti nel §. XIX. Ma i colpi fulminanti non hanno solo richiamato la nostra attenzione per il loro potere: noi abbiamo osservato di più, che gli avanzi de' corpi spezzati dal fulmine sono qualchevolta, o diciam meglio, sono ordinariamente lanciati per ogni ver-

» cale dello stesso metallo, unito alla grondaia, avea tre fori.
» Il foro superiore, d' un pollice di diametro, non presenta
» nissuna bava metallica, ne' di dentro, ne' di fuori. Sei
» pollici più basso v' avea un foro quasi circolare, d' un mez-
» zo pollice di diametro, con una *bava metallica interna*. Più
» basso ancora, alla distanza di tre pol ici, si osservava un
» foro uguale al precedente, ma una bava metallica este-
» riore. »

so. Questa circostanza difficilmente potrebbe riannodarsi ad una spiegazione degli effetti meccanici del fulmine, la quale si fonderebbe sulla sola teorica dell' urto de' corpi; essa, per contrario, risulterebbe semplicissimamente dall' ipotesi, che il fulmine sviluppa nel seno delle materie che traversa, un fluido eminentemente elastico, la cui forza dee necessariamente esercitarsi in tutt'i sensi. Ora sarebbe grande ardimento se si supponesse che queste fluido elastico non è altra cosa che il vapore dell' acqua? La materia del fulmine fonde, o almanco, fa passare subito nello stato d' incandescenza certi fili metallici di poca grossezza; e quindi non dee pure inferirsene che essa renderà tale subitamente pure quella minuta acqua che incontra nel suo cammino?

Consultando la tavola, che Dulong ed io abbiamo data dell' elasticità del vapore corrispondente a diversi gradi del termometro, si troverà ch' esso è di 45 atmosfere, quando l' acqua giunge al 260° centigrado. Ora che forza non dee acquistare il vapore ad una temperatura assai più considerevole del ferro rosso? Ed è chiaro che una tal forza sarebbe bastante a spiegare, quanto all' intensità, tutto ciò che noi conosciamo intorno all' azione meccanica del fulmine. Coloro che preferiscono i fatti alle deduzioni teoriche, potranno consultare i fonditori su' terribili effetti che produce una goccia d' acqua gittata in una forma, in quel momento in cui vi penetra il metallo infuocato, ed a questo modo essi giugneranno direttamente alla stessa conseguenza. Facciamo umide le fessure, i buchi d' una pietra di

taglio; se il fulmine giugne a colpire questa pietra, la romperà un improvviso sviluppo di vapore, e i suoi frammenti saranno gittati lontano per ogni verso. (Ved. p. 106, 107). Nelle stesse circostanze, la brusca trasformazione in vapore elasticissimo dell' acqua mischiata allo strato terrestre, sul quale poggiano i fondamenti d' una casa, basterà per sollevare la casa per intero, e trasportarla ad una certa distanza. (Ved. p. 108) Allorchè Watt vide per la prima volta i *tubi voti* e smaltati che il fulmine avea prodotti in una massa di sabbia, in quel punto medesimo disse: » Ecco un effetto della forza elastica del vapore » che il fulmine produsse passando traverso la » sabbia. » Intanto niente mi pare che più chiaramente, e più direttamente possa indicarci l' azione del vapore d' acqua, del legno che in modo singolare si riduce in pezzi quando il fulmine l' attraversa.

Il fulmine fende il legno, seguendo la sua lunghezza, in molti pezzi minuti o fili pure più delicati.

Il fulmine colpì la badia di S. *Mèdard de Soissons* nel 1676. Ed ecco ciò che un testimone di veduta riferisce dello stato in cui furono trovati i travicelli del tetto.

» Alcuni di questi travicelli, dell'altezza di » tre piedi, furon trovati divisi quasi da alto in » basso, a modo *di panconcelli* minutissimi; » altri della stessa altezza erano divisi a modo di » lunghi zolfanelli; infine ve n' avea di quelli

» divisi in fili delicatissimi, secondo l'ordine del-
» le fibre, e in certo modo rassomigliavano ad
» una granata usata. »

Passiamo dal legno secco al legno verde, e noi vedremo effetti simiglianti.

Il 27 giugno 1756, il fulmine cadde sulla badia del *Val*, vicino l'isola *Adam*, sopra una grossa quercia isolata, di 16 metri d'altezza e di 1m, 3 di diametro nella base.

Il tronco era tutto spogliato della sua scorza.

Questa scorza fu trovata dispersa in picciole parti intorno dell' albero, ad una distanza di 30 a 40 passi.

Il tronco, fino a due metri sotto terra, era fesso longitudinalmente in pezzi così minuti come i panconcelli.

I rami erano attaccati al tronco, ma pure senza conservare punto di scorza, ed erano tagliuzzati longitudinalmente in un modo notevolissimo.

Il tronco, i rami, le foglie e la scorza non presentavano *alcun segno di combustione*. Solo parea che fossero *del tutto disseccati*.

Nello stesso anno 1756, il 20 luglio il fulmine cadde sopra una grossa quercia della foresta di *Rambouillet*.

Questa volta i rami furono per intero separati dal tronco, e dispersi intorno con una certa regolarità. Essi però non erano in alcun modo frastagliati: la loro scorza parea che fosse tutta intera.

Il tronco stesso non era stato mondato, ma, come la quercia dell' isola *Adam*, si era diviso in tanti panconcelli, i quali si prolungavano in

fino al suolo, senz'aver termine ad una certa altezza.

E citerò pure un terzo caso di cui il professor *Muncke* ha fatto menzione negli Annali Alemanni di *Poggendorf.*

Il diametro della quercia osservata dal fisico alemanno era d' un *metro* alla superficie del suolo. Il tronco di questo grand'albero disparve per intero. E per essere più esatto, il fulmine l'avea diviso in filamenti di molti metri di lunghezza e di 3 a 4 millimetri di grossezza, simili a quelli che avrebbe distaccati lo scarpello. Tre rami di 5 a 6 decimetri di diametro erano caduti verticalmente, tagliati siccome da un solo colpo d'accetta: essi conservavano le foglie e la scorza. Però non si vedeano affatto segni di fiamma o di carbonizzazione.

La mancanza assoluta di carbonizzazione; la divisione d'un tronco d'albero in fili tanto numerosi e così sottili; le dispersione di questi fili in mille direzioni diverse, tutto ciò, io ripeto, pare conseguenza d'una forza elastica che si sia sviluppata tra le fibre del legno. Con un colpo di fulmine si trasformi subitamente in vapore l'acqua igrometrica contenuta ne' vecchi travicelli d'un tetto, il succo che riempie i tubi capillirari longitudinali del legno verde, e si avranno allora perfettamente i fenomeni de' travicelli della badia di S. *Mèdard* de *Soisson*, delle quercie dell' isola *Adam*, della foresta di Compiègne, ec. ec. (1)

---

(1) Il fulmine sovente colpisce gli alberi per distruggerli: „

I minuti ragionamenti che noi abbiam fatti quanto ai trasporti di materia ponderabili operati dal fulmine, dimostra che questi curiosi fenomeni possono spiegarsi, senza ricorrere a certi che si vorrebbero *nuovi principi* di *fisica*. Di quì pure può vedersi che dalla *direzione* d'un trasporto operato dal fulmine, si può dedurre quella della stessa meteora, e che le investigazioni di coloro i quali, partendo di quì, si sono occupati de' fulmini ascendenti, non avevano niente di sodo. La quistione è importantissima, e però è mestieri che noi la svolgiamo.

Alcuni fisici, come noi in altro luogo abbiam detto, fan consistere il fulmine in una materia sottile che si slancia con la più grande velocità dal corpo fulminante inverso il corpo fulminato; ed altri vogliono che in esso debba solo vedersi una vibrazione. Ora qualunque di queste due ipotesi si voglia ammettere certo il senso del-

---

pure quando il danno esteriore pare che sia esternamente leggero. E il signor Tull, autore di *The philosophy os agriculture*, è di credere che ciò sia effetto della frattura de' piccoli vasi, a traverso ai quali il fulmine è passato. Secondo noi il fulmine quì opera *meccanicamente* come il gelo, allorchè lacera i tubi capillari di che si forma il fusto succoso di certe piante. E siccome i succhi acquosi si dilatano più passando dallo stato liquido allo stato di vapore, che congelandosi, così la meteora dee allora produrre laceramenti più numerosi e più pericolosi. E guardando la cosa dal medesimo lato, i meteorologisti giungeranno forse a riconoscere il modo particolare con ché il fulmine produce ordinariamente la morte.

la propagazione del fulmine, o in altri termini della propagazione della materia sottile, o della vibrazione, è paruto sempre, fino a questo punto, che si accordi con quello degli effetti meccanici prodotti dalla materia o dall'impulso del fluido. Il fulmine che lancia un corpo da alto in basso, dovrà dirsi naturalmente *fulmine discendente*, e si dirà, per contrario, *fulmine ascendente* quello che da basso in alto spingerà i corpi che incontra nel suo cammino. Verranno appresso, se v' ha luogo, i fulmini obliqui e laterali diversamente disposti. E queste distinzioni sono pure fondate sopra fatti; e noi ne citeremo alcuni.

Il 24 febbraio 1774 il fulmine colpì il campanile del villagio di *Rouvroi*, al nord-ovest d'*Arras*. Tra gli altri effetti che produsse, *sollevò il pavimento*, ch' era di grandi pietre turchine, sotto un portico che corrispondeva verticalmente alla freccia del campanile.

Nella state del 1787, il fulmine cadde sopra due persone, che si erano ricoverate sotto d' un albero, presso il villaggio di *Tacon*, nel *Beaujolois*. I loro capelli furono *trasportati sulla cima dell' albero*. Un cerchio di ferro, che legava il zoccolo d' uno di quest' infelici, si trovò pure, dopo questo fatto, *attaccato ad un ramo altissimo*.

Il 29 agosto 1808, il fulmine cadde sopra una tenda, di forma rotonda e coverta di stoppa, attaccata ad una taverna posta dietro all' ospitale della Salpêtrière a Parigi. Un operaio, ch'era sotto questa tenda, fu ucciso; e fu veduto che i

pezzi del suo cappello erano *incrostati con la soffitta.*

Ora si risguardino tutti questi fenomeni di sollevamento come *effetti diretti* del fulmine, e sarà difficile non ammettere co' fisici che li hanno discussi, che il fulmine fu ascendente a *Rouvroi*, a *Tacon*, alla Salpêtrière, che in luogo di scendere dalle nuvole a terra, esso si slancia dalla terra inverso le nuvole. Ammessa, per contrario, la possibilità d'*effetti indiretti*; preso il vapore d'acqua come intermezzo, e quel sollevarsi del pavimento di *Rouvroi*; e 'l cerchio di ferro di *Tacon*, lanciato da basso in alto; e quei pezzi di cappello della Salpêtrière, non potranno più indicarci in qual senso il fulmine si muove.

I fulmini non spogliano qualchevolta gli alberi della loro scorza se non parzialmente. In tal caso non è più raro di trovare delle lunghe strisce di scorza e d'alburno interamente *distaccate da basso*, e *aderenti ancora al tronco verso la cima.*

Le antiche collezioni dell' Accademia delle scienze mi darebbero, ove fosse mestieri, molti esempli di fenomeni di questa natura. Così percorrendo il *Giornale* di *Fisica*, troverei segnatamente una memoria di *Mourgues* sulle tempeste osservate a *Marsillargues*, presso *Montpellier*, in giugno 1778; una memoria di *Marchais*, intorno ai fulmini che colpirono molti alberi de' campi-Elisi a Parigi, ec.; ma tutte queste scorze, divelte da basso in alto, non significheranno più quello che si voleva che significassero;

perocchè il vapore d'acqua può considerarsi che abbia possibilmente operato la scorticatura.

Non pertanto io toccherò d'un altro fenomeno contrasegnato dagli osservatori con molta cura. Le foglie degli alberi colpiti dal fulmine: quelle degli alberi della campagna di *Mourgues* a *Marsillargues*; le foglie degli alberi de' Campi-Elisi, esaminate da *Marchais*, ec. erano gialle, raggrinzite, bruciate, convesse al *disotto*; il verde delle facce opposte, delle facce superiori, non avea sofferto alcun'alterazione; ve n'avea di quelle piane o leggermente convesse, e queste facce erano divenute concave precisamente come le foglie di pergamene, in quei lati in cui non guardano il fuoco. Ed ecco dimostrato come la corrente elettrica si è mossa da basso in alto.

E pare che questa direzione del fulmine sia difatti bene provata; ma chi oserebbe, al punto in cui siamo giunti, affermare che la corrente ascendente non fosse formata di vapore d'acqua ad un'alta temperatura, forse non sazia, e che deriva dalla vaporazione operata da un *fulmine discendente* sull'umidità del suolo?

Si potrebbe infine ricorrere alla stessa forza del vapore d'acqua, se bisognasse spiegare come avviene che al piede degli alberi fulminati il terreno erboso è spesso rivoltato, e qualchevolta aperto da'due lati della fenditura del suolo, come le foglie d'un libro.

Facendo questa minuta discussione, io ho avuto in animo di mostrare che i fatti, secondo i quali molti fisici credeano avere fermato l'esi-

stenza del fulmine ascendente, non aveano forma di vere dimostrazioni. Ed aggiugnerò che la quistione mi pare interamente risoluta per tutte le circostanze del fatto di cui ho fatto menzione nel §. XXV. Io dunque ammetto senza restrizione alcuna i fulmini ascendenti. Io so che v' ha de' fisici di primo ordine, che non si accordano con quest' opinione; io so pure ch' essi sdegnerebbero, intorno a questo, d'entrare in alcuna discussione; ma i fatti debbon valere meglio che le autorità più gravi. Allorchè *Maffei*, è oramai un secolo, immaginò, togliendo argomento da un fenomeno locale osservato a *Fosdinovo*, di formolare le sue idee sul *fulmine ascendente*, più prudente che non era stato Galilei, ebbe l'accortezza di mostrare che questi fenomeni poteano conciliarsi co' luoghi della S. Scrittura, dove si parla de' fuochi *caduti dal Cielo sopra Sodoma* e *Gomorra* (Genesi); co' fulmini che erano discesi dalle nuvole (S. Luca), ec. Le teorie scientifiche più celebri, quantunque sieno per certe persone oggetto di culto religioso, non richiedono che si fosse tanto cauto e riservato. Oggi può ognuno esaminarle, discuterle, confutarle, e non arrestarsi che dove l'osservazione e l'esperienza cominciano a mancare.

DEI DANNI CHE ARRECA IL FULMINE. DE' MEZZI TROVATI IN DIVERSI TEMPI PER DIFENDERSENE, E SPECIALMENTE DE' PARAFULMINI.

I danni che arreca il fulmine sono essi così gravi da essere presi in considerazione?

Il pericolo di essere colpito dal fulmine è forse tanto grave, che richieda ragionevolmente che si dia importanza ai mezzi trovati onde cansarlo? La quistione ha molti aspetti; e può essere risguardata rispetto ai semplici individui, rispetto alle abitazioni, rispetto ai navigli.

Nell' interno delle grandi città di Europa, gli uomini pare che sieno pochissimo esposti. *Lichtemberg* dice di essersi assicurato che in un *mezzo secolo*, *solo cinque uomini* furono gravementa colpiti dal fulmine fra le mura della città di Gottinga. Di questi cinque tre furon morti.

Vien riferito che ad *Halle* è stato fulminato ed ucciso un solo uomo in tutto il tempo dal 1609 al 1825, ossia in *più di due secoli.*

A Parigi, dove le tavole dello stato civile son tenute con tanta regolarità, il capo di coloro che attendono alla statistica della Prefettura, mi assicura che dopo un grandissimo numero d' anni, non si è notata neppure una sola morte come cagionata dal fulmine. Intanto, nello stesso spazio di tempo, nel dipartimento della Senna, si son vedute delle persone fulminate; e non fosse altro che quell' operaio, di cui ho detto qual-

che cosa toccando de' fulmini ascendenti (pag. 229); non fosse altro che un coltivatore ucciso in mezzo ai campi nel comune di *Champigny*, il 26 giugno 1807; non fosse altro che un falciatore ucciso a *Romainville*, il 3 agosto 1816, mentre che fuggiva la tempesta con una forca di ferro alle mani. Ei dunque bisogna che i morti, per effetto del fulmine, sieno dichiarati e contrasegnati come morti per accidenti particolari. Di simili negligenze ed errori han pure dovuto esser fatti altrove. D'altra parte si andrebbe errato volendo prendere rigosamente alla lettera ciò che *Lichtenberg* riferisce del numero de' colpi mortali di *Gottinga* e di *Halle*. Ed ugualmente si correrebbe rischio di cadere in inganno, generalizzando questi risultamenti; applicando a tutte le parti del globo quello che non si è osservato che in una sola; volendo dedurre da ciò che accade in un villaggio, quello che dee temersi in una grande città. *Gottinga*, *Halle*, *Parigi* ec., a mala pena contano un accidente in ogni secolo; ebbene, io apro a caso alcuni volumi, e in essi trovo.

Nella notte dal 26 al 27 luglio 1759, cadde il fulmine sul *teatro* della Città di *Feltre*; ed uccise *un gran numero* di *spettatori* e *ferì più o meno tutti* gli *altri*. (1)

Il 18 febbraio 1770, un solo colpo di fulmi-

(1) Il fulmine spessissimo produce degl' incendi; questa volta accadde il contrario: esso *spense* tutt' i lumi.

ne gittò a terra, senza alcun sentimento, *tutti* gli *abitanti* di *Keverne* (Cornouailles), ch'erano riuniti nella Chiesa in un giorno di domenica.

Il . . . . 1808, il fulmine cadde due volte successivamente sull'albergo della terra di *Capella*, in *Brisgaw*, ed *uccise quattro* persone e ne ferì molti altri.

Il 20 marzo 1784, il fulmine penetrò nella sala di spettacolo in Mantova. Fra 400 persone, che quivi erano riunite, ne uccise due e ne ferì dieci (1).

L' 11 luglio 1819, nell'ora delle funzioni sacre, cadde il fulmine nella chiesa di Châteauneuf-les-*Moutiers*, circondario di *Digne*, dipartimento delle *Basse-Alpi*; e quivi uccise *nove persone*, e ne ferì *ottantadue* chi più chi meno. Con questo colpo medesimo, in una stalla a lato della Chiesa, uccise cinque montoni ed una giumenta.

Non ostante queste citazioni, nessuno potrà contradirmi se io do per certo, che per ogni abitante di Parigi il pericolo d'essere fulminato è minore di quello di perire per la via, o per la caduta d'un conciatetti, o di un cammino, o di un vaso di fiori. E non ci è alcuno, io credo, che uscendo il mattino, possa avere il pensiero

(1) Il fulmine, oltre a questo, fuse certi orecchini e chiavi d'oriuolo; spezzò pure de' diamanti, e ciò, senza offendere in alcun modo le persone che portavano questi oggetti diversi.

che nella giornata un conciatetti, un cammino o un vaso di fiori gli cadrà in capo. Se la paura ragionasse, non s'inquieterebbe di più durante una tempesta di 24 ore. Non pertanto ei bisogna dire, che i vivi ed improvvisi lumi che annunziano il fulmine, ed i suoi scoppj rimbombanti, producono certi effetti involontarj su' nervi, e quelli che sono di forte e vigorosa natura non ne vanno sempre esenti. Io debbo aggiugnere che se i colpi veramente fulminanti sono rarissimi, il numero de' colpi d'ogni sorta che si sentono nell'anno è grandissimo; che niente distingue i colpi che non offendono dagli altri, e che il pericolo, piccolissimo che sia, dee parere d'accrescersi, per il numero grande de' suoi apparenti rinnovellamenti. Questa considerazione diverrà più evidente, se tornando ai termini della nostra comparazione, io suppongo che nel momento in cui l'operaio, il cammino o il vaso *sono per cadere* da un tetto o da una finestra, un fortissimo scoppio l'annunci per tutta la città; allora ognuno potrà credere, molte volte al giorno, di trovarsi precisamante nella strada dove il fenomeno dee accadere, e il suo timore potrà spiegarsi, quantunque non sia divenuto per questo più fondato di prima.

Io quì ho toccato de' fenomeni che accadono fra le mura delle *grandi Città*. Ma s'ei bisogna aggiustar fede ad una credenza comunissima, dee dirsi che v'è maggiore pericolo ne' villaggi e nella campagna rasa. E a confermare quest'opinione v'ha delle considerazioni teoriche, che quì, secondo il mio disegno, non trovan luogo.

I fatti io non saprei citarli; perocchè essi non sono stati diligentemente raccolti. E aggiugniamo pure che niun conto esatto si è tenuto delle differenze che vi sono, quanto alla frequenza ed intensità del fulmine, fra tale e tal altro paese, e tra questo e quell'altro spazio limitato.

Nella *Repubblica* della *Nuova Grenade* niuno abita volontariamente *el Sitio de Tumba barreto*, vicino la mina d'oro della *Vega de Supia*, per cagione de' continui fulmini che cadono. Il popolo serba ancora memoria de' tanti giovanetti che il tuono quivi ha uccisi. Il signor *Boussingault* traversava *el Sitio* in ore di tempesta, ed un colpo di fulmine gittò a terra il negro che lo guidava. La *Loma* de *Pitago*, ne' dintorni di *Papayan*, ha pure questa trista celebrità. *Plancheman*, giovine botanico svedese, non ostante l'avvertimento degli abitanti, volle ostinatamente traversare la *Loma* mentre il Cielo era coverto di nuvole tempestose, e restò morto. In fine, non volendo considerare che i grandi paesi, in Francia passano anni interi, e voi non udite parlare di avvenimenti funesti prodotti dal fulmine; e colà, per contrario, in alcune stagioni ne accadono quasi ogni giorno. Per esempio nell'està dal 1797, dal mese di giugno in sino ai 28 d'agosto, *Volney* contava nelle gazzette degli *Stati-Uniti*, *ottantaquattro* gravi accidenti e *diciassette morti*, mentre in Francia, i diarii del 1805 io so bene che non annunziarono cadute di fulmine neppure con la morte d'un solo uomo; e nel 1806 non parlarono che della morte di due fanciulli, fulminati sulle ginocchia-

della madre, ad Aubagne (dipartimento delle Bocche del Rodano); nel 1807 questi medesimi diarii non riferirono che di due giovani agricoltori del Comune di *Saint-Geniez*, fulminati nel punto che riunivano la loro raccolta; nel 1808 non fecero menzione che di un barcaiuolo ucciso sulla sponda del mare, ad *Angers*. Ma pure in Francia gli anni non si rassomigliano sotto il rapporto de' colpi di fulmine mortali.

Nel 1819 il fulmine uccise: il 28 giugno, *tre cavalli* vicino *Vitry-le-Français*; il giorno 11 luglio, come ho detto sopra, *nove* persone nella Chiesa di Châteauneuf; il 26 luglio, un uomo in una campagna a *Maxey-sur-Vaize* (*Meurthe*); il 27 luglio, un agricoltore e la consorte ed un figliuolo, che si erano ricoverati sotto la porta maggiore d'una cappella, vicino *Châtillon sur-Seine*; il 1.° agosto, quarantaquattro montoni presso *Beaumont-le-Roger* (Eure); il 2 agosto, un operaio ricoverato sotto un albero a *Bordeaux*; questo stesso giorno, un agricoltore di *Vigneux* (presso *Savenay*), nella sua propria camera; ed il 2 agosto, *due* studenti e *due* damigelle da 10 a 12 anni, nella casa dell' abate *Coyrier*, a . . . . . dipartimento di *Cantal*; finalmente, il 27 settembre a 5or del mattino, una serva ch'era nel suo letto, a *Confolens* (Charenté).

Se poche persone sono uccise dal fulmine in mezzo alle mura delle nostre Città, il numero, per contrario, delle case e degli edificj colpiti e gravemente danneggiati è certo considerevole.

Nella sola notte dal 14 al 15 aprile 1718, il

fulmine cadde sopra *ventiquattro campanili*, nello spazio ch' è lungo la costa della *Brettagna*, fra *Landernau* e S. *Pol-de-Lèon*.

Nella notte dal 25 al 26 aprile 1760, il fulmine cadde tre volte, nel breve spazio di venti minuti, sulla Chiesa e sulle fabbriche della badia di *Notre-Dame* di *Ham*.

Nella mattina del 17 settembre 1772, il fulmine investì a Padova quattro edifici diversi.

Una memoria di *Henley*, stampata in dicembre 1773, dice che il giorno stesso, anzi al medesimo istante, il fulmine colpì a Londra il campanile di S. *Michele*, l'*obelisco* in S. *Georgès-Fields*; il nuovo *Bridewell*; una casa di *Lambeth*; una casa vicino *Wauxhall*, e un *gran numero di altri luoghi lontani assai gli uni dagli altri*, senza contare un naviglio olandese ancorato nel Tamigi dappresso alla *Torre*.

Un dotto alemanno avea trovato che nel 1783, nello spazio di 33 anni, il fulmine era caduto sopra 386 campanili dove avea uccisi 121 suonatori (1). Il numero de' feriti era ben più grande.

In una tempesta avvenuta in dicembre 1806, il fulmine distrusse in parte, o per intero, i

(1) E questa cifra non dee far maraviglia ad alcuno, se nel giorno 11 giugno 1775, essendo caduto il fulmine sul campanile del villaggio d' Aubigny, vi uccise con un sol colpo tre uomini che suonavano le campane, e quattro fanciulli che s' erano rifuggiti sotto la torre di questo stesso campanile.

campanili di S. *Martino* (a *Vitrè*), di *Erbrè*, di *Croisilles*, d'Etrelles.

Il giorno 11 luglio 1807, la Chiesa di S. *Martino* di *Vitrè* fu colpita un'altra volta. Cinque giorni innanzi, il fulmine era caduto in *Guerche*; ed intorno di questa città, per uno spazio d'una lega di raggio, sopra dieci chiese o altri edifici.

A Parigi, nella notte dal 7 all'8 agosto 1807, il fulmine cadde sull'insegna d'una bottega, strada *Thionville*; sopra una casa vicino *Halle*; sopra un riverbero della strada *Perpignan*; nella strada *aux-Fêves*, a *Vaugirard*, a *Passy*.

Il 14 maggio 1806, il fulmine danneggia la bottega d'un legnaiuolo, nella strada *Caumartin*; il 26 giugno 1807, guasta in nove parti una casa d' *Aubervilliers*; il 29 agosto 1808, cade sopra un casino presso la *barriera* de' *Gobelini*, ed uccide o ferisce molte persone; vicino la *barriera* Monte-martora, cade sopra una taverna piena di gente, e molte persone cadono a terra senza sentimento; il 24 febbraio 1809, riduce in pezzi un mulino a vento posto sulla strada di S. Denis; il 29 giugno 1810, fa molti danni in una casa della strada *Aumaire*; il 30 giugno 1810, rompe e gitta in luogo lontano tutto quello che incontra passando a traverso di una casa posta nella strada *Popeliniere*; il 3 agosto 1811, cade sopra una casa nella *barriera* di *Pantin*, e ferisce molte persone.

Il giorno 11 gennaio 1815, in una tempesta che si estendeva fra 'l mare del Nord e le province renane, il fulmine cadde sopra *dodic*

campanili, ch' erano qua e là in questa grande estensione di paese, ne incese molti e guastò considerabilmente gli altri.

Io credo di potere por fine a questa lista di avvenimenti, senza dire che io la credo ancora assai incompiuta; ed ognuno di leggieri può vedere ch' essa non può servire che come d' un *limite in meno.*

Il bisogno che noi abbiamo di difendere gli edifici dal fulmine dee misurarsi dal numero di quelli che sono colpiti in ogni anno, ancora da molti e gravi danni, che la meteora porta con sè. Tre o quattro citazioni basteranno per far conoscere l' importanza di quest' ultima considerazione.

Nel 1417, il fulmine pose fuoco alla piramide di legno con che avea termine il campanile di S. *Marco a Venezia*: l' incendio consumò tutto.

La piramide fu ricostruita, ma il fulmine la ridusse un' altra volta in cenere, il 12 agosto 1489.

Il 20 maggio 1711, un solo colpo di fulmine fece gravi danni non solo nella parte interna ed esterna della torre principale della Città di *Berna*, ma distrusse pure *nove* case ch' erano intorno.

La piramide di S. Marco (questa volta era di pietra) ricevè un colpo violento di fulmine il 23 aprile 1745. E per ristorare i danni si spese oltre ad 8000 ducati.

Nel 27 luglio del 1759, il fulmine bruciò tutto il legno del tetto della *Cattedrale di Strasburgo*.

Nel mese di ottobre dello stesso anno, la me-

teora colpì la parte superiore della magnific-torre della stessa Città, e tagliò così per intero una delle colonne che sostenevano la cupola, che mancò poco che non la gittasse a terra. E per riparare questi danni furono spesi *oltre trecento-mila franchi.*

I tre fulmini che nella notte dal 25 al 26 aprile 1760 caddero sulla chiesa di *Nostra-Donna* di *Ham*, portarono l'incendio e distrussero del tutto questo grande e bello edificio.

E parlando di danni, io non debbo dimenticare quelli che produce il fulmine allorchè colpisce un *magazzino di polvere.*

La mattina del 18 agosto 1769, il fulmine cadde sulla torre di *S. Nazairo*, *a Brescia.* Questa torre era sovrapposta ad un magazzino sotterraneo che conteneva 2076000 libbre di polvere, e ch'erano della repubblica di *Venezia.* Questa immensa massa di polvere si accese in un istante. La sesta parte degli edificj della grande e bella Città di Brescia fu rovesciata al suolo; gli altri furono smossi e sul punto di rovinare. *Tre* mila persone perirono. La torre di S. Nazairo, lanciata per intero in aria, ricadde come una pioggia di pietre. Qua e là a grandi distanze furon trovati degli avanzi. Il danno materiale giunse a 2 milioni di ducati.

Il 18 agosto, il fulmine pose fuoco alle polveri che allora erano nel magazzino di *Malaga.* L'edificio fu rovesciato a terra. Tutta la Città certo avrebbe avuto la stessa sorte, se poco tempo innanzi la maggior parte delle polveri non fosse stata trasportata in luoghi lontani.

Il 4 maggio 1785, un fulmine pose fuoco alle polveri di *Tanger*. Il magazzino e la maggior parte delle case ch' erano intorno furono rovesciate al suolo.

Il 26 giugno 1807 a 11ore e 1/2 del mattino, il fulmine fece saltare un magazzino di polvere di Luxembourg, solidissimo, costruito dagli Spagnuoli sulla rocca, e che contenea quasi 13000 chilogrammi di polvere. Una trentina di persone perirono; più di 200 furono mutilate e gravemente ferite. La città bassa (il *Grund*) era un mucchio di rovine. Lo scoppio avea gittato via, quasi ad una lega di distanza, certe grossissime pietre che facean parte delle mura del magazzino.

Il 9 settembre 1808, il fulmine cadde sopra un magazzino di provvisioni da guerra del forte S. *Andrea del Lido* a Venezia, e lo fece saltare per aria. Lo scoppio distrusse interamente una caserma, una cappella vicina, un muro della mezzaluna, e danneggiò gravemente la caserma dov'erano allogati i Cannonieri.

Io ho moltiplicato le citazioni quanto agli scoppi de' magazzini di polvere, perchè sempre generalizzando si è giunto fino a pretendere che il fulmine, penetrando in questi edifici, non *pone mai fuoco* alle provvisioni da guerra che contengono. Dopo di avere dimostrato quanto una simile opinione sia mal fondata; confesserò, che in certi casi la meteora ha mostrati strani e curiosi effetti, i quali a prima giunta sembrano potere giustificare le più assurde asserzioni.

Così il 5 novembre 1755, il tuono cadde vici-

no Rouen sulle polveri di *Maromme* , e fendette una delle travi del tetto, e ridusse in picciole parti due botti ch' *erano piene di polvere*, senza produrre alcun incendio. (Il Magazzino conteneva allora 800 di queste botti.)

Il giorno 11 giugno del 1775, sullo spuntare dell' alba, il fulmine scoppiò sulla torre di *S. Secondo* a Venezia, entrò nel magazzino, tolse di là gli scaffali, rovesciò le casse di polvere, e ciò che parve più maraviglioso, non pose fuoco in niuna parte.

Dopo la lista degli edifici fulminati ch' io ho data alle pag. 179, 180, 181. 182, potrà parere superfluo ch'io insista sull'utilità che si ricaverebbe, venendo in aiuto de' naviganti contro i colpi del fulmine; questa lista, non pertanto, limitata ad un certo fine, non contiene che una parte de' nomi de' navigli, che potrebbero avervi luogo, se mi fosse stato lecito di fare astrazione dal giorno dell' avvenimento e dalla posizione geografia. Così, nell'angustissimo cerchio delle mie notizie, alle 42 citazioni delle pagine 179-182 io potrei aggiugnere:

Il (nome ignoto), naviglio mercantile inglese, fulminato nel 1675, presso ai Bermudi.

Il (idem), naviglio mercatile, fulminato a Bencoolen nel 1741.

Il (idem), naviglio olandese, *interamente inceso* dal fulmine nel 1746, nella costa di Batavia. Come il fuoco s' appiccò alle polveri, il *bastimento saltò*.

Il (idem), naviglio olandese, fulminato ed assai danneggiato nel 1750, vicino *Malacca*.

L'*Harriot*, legno inglese, giugnendo a New-Jork nel 1762. I tre alberi furono interamente spezzati.

La *Modesta*, fregata francese, fu nel 1766 del tutto distrutta dall'incendio che vi produsse un colpo di fulmine.

Il bastimento del Capitano *Cook* ed un naviglio olandese, fulminati sulla costa di *Batavia*.

Il *Zefiro*, fregata francese, fulminata sul *Port-au-Prince* (*S. Domingo*), il 23 settembre 1772. L'albero maestro di coffa, spezzato.

Il *Migliore amico*, naviglio di Bordeaux, fulminato sul *Port-au-Prince*, il 25 maggio 1785. L'albero di trinchetto, quello per veder di lontano, ed il perrocchetto furono ridotti in mille pezzi.

Il *Prèvost* di *Langristin*, naviglio della Roccella, fulminato nel *Port-au-Prince*, li 29 luglio 1785. Bisognò cambiare il grand'albero di coffa ed il perrocchetto.

Il (nome ignoto), piccolo naviglio francese a due vele, incontrò la stessa sorte il giorno 29 luglio 1785, e sulla stessa costa del *Port-au-Prince*, il suo albero maestro fu spezzato dal fulmine.

Il Duke, vascello di linea inglese di 90, fulminato nel 1801 sulla costa della Martinica. Uno de' suoi alberi fu fesso per tutto il suo lungo.

Il *Gibraltar*, vascello di linea inglese, fulminato nel 1801, e gravemente danneggiato, precisamente di sopra alla stanza delle polveri.

Il *Persco*, bastimento inglese, fulminato nel

Port-Jackson, in ottobre 1802. Mancò poco che il fulmine non distruggesse tutto il naviglio.

La *Desiderata*, fregata inglese, fulminata nella *Giamaica* nel 1803. Furono trovate a terra alcune schegge de' suoi alberi.

Il *Teseo*, vascello inglese, fulminato presso S. Domingo, nel 1804.

La *Leggiadra*, corvetta inglese, al mese di giugno 1804, nella *Giamaica*. Tre *marinaj uccisi*; *nove feriti*; l'albero *maestro* molto danneggiato.

La *Desiderata*, presso la *Giamaica*, nel 20 agosto 1804; molte parti della fregata incese dal fulmine.

La *Gloria*, vascello di linea della squadra dell' Ammiraglio *Galder*, vicino il capo *Finisterra*. Tre marinaj divennero quasi inutili.

La *Ripulsa*, vascello inglese, nella *baia di Rosas*, nel 1809.

Il *Dedalo*, fregata inglese, nella *Giamaica*, nel 1809. Alcuni marinaj furono gittati a terra senza sentimento. Il *fulmine pose fuoco* a quella piccolissima quantità di polvere che allora era in uno de' magazzini.

L'*Hèbè*, fregata inglese, nella *Giamaica*, nel 1809. Essa perdè un albero.

. . . . *Schooner* inglese, nella Giamaica, nel 1809. Affondato per lo stesso colpo di fulmine che avea danneggiato il Dedalo e l'Hèbè.

Il *Glory*, vascello di linea inglese. Gli alberi di questo legno furon tutti fenduti, nel 1811, vicino il capo Finisterra.

Il *Norge*, vascello di guerra inglese, ed un

bastimento mercantile, in giugno 1813, nella *Giamaica*. Il *Norge* perdè tutti gli alberi.

La *Palma*, fregata inglese, che perdè uno dei suoi alberi nel 1814, nel porto di *Cartagena delle Indie*.

La *Medusa*, brig inglese, nel suo viaggio dalla *Guayra a Liverpool*.

L' Anfione, naviglio americano, considerabilmente danneggiato il 21 settembre 1822, nel viaggio da *New-Jork a Rio Janeiro*. Tutte le bussole furono distrutte.

Il *Jessie*, di Londra, totalmente rovinato verso la metà di novembre 1833, per modo che i marinaj l'abbandonarono a 45° di latit. nord, e 16° di longit. ovest.

Il *Carron*, battello a vapore inglese, fulminato nel 1834, passando dalla *Grecia* a *Malta*.

Percorrendo attentamente questi cataloghi (questo riscontro mi pare che debba fare impressione), si osserverà, che in quindici mesi degli anni 1829 e 1830, furono nel mediterraneo fulminati cinque bastimenti della marina reale inglese, cioè: il *Masquito*, di 10 cannoni; il *Madagascar*, di 50; l' *Oceano*, il *Melville*, ed il *Gloucester*, vascelli di linea. Tutti questi navigli ebbero danni notevoli nella loro alberatura. Ed aggiugnerò, per coloro che credono che i danni cagionati dal fulmine sieno di poca importanza sotto il rispetto pecuniario, che il *più basso albero* d'una fregata costa 5000 fr., e 'l *più basso albero* d' un vascello fino a 10000 fr.

A tanti esempli autentici degli effetti del fulmine, io potrei aggiugnere, che il vascello in-

glese la Resistenza, di 44, ed il *Lupo-Cerviero*, disparvero del tutto dopo alcuni colpi di tuono, in un convoglio di cui facevano parte; che il vascello il *Jork*, di 64, di cui mai non si ebbe più notizia dopo entrato nel mediterraneo, probabilmente è stato o gittato via o pure sommerso dal fulmine, che i casi d' incendio indicati nella lista precedente non sono quei soli che potrebbero riferirsi; che, per esempio, il *Logan* di *New-Jork*, citato un'altra volta, di 420 tonnellate e di un valore di 500, 000 fr., fu interamente distrutto; che l'*Annibale* di *Boston* ebbe la stessa sorte nel 1824; che non meno de' marinaj soffrirono gli alberi, le funi del bastimento, ed il corpo de' navigli; che furono uccisi *due* uomini, e *ventidue* feriti dal fulmine che, nel 1799, cadde sul *Cambrian* a Plymouth; che in un caso simile, nel 1808, il *Sultano*, a *Mahon*, perdè *cinque* uomini uccisi a terra, *due* gittati nel mare ed annegati, e *tre* bruciati gravemente; che *nove* marinaj perirono sul legno la *Ripulsa*, per quel fulmine che vi cadde sopra nella baia di *Rosas* (nel 1809); che furono uccisi *tre* marinaj e *cinque* feriti sulla fregata austriaca il *Leipsig*, quando nel 1833 fu fulminata nel Canale di *Cefalonia*, ecc.

Ma ciò che io ho fin quì riferito dee bastare. I fatti sono stati citati senza esagerazione, nè furono dimenticate le circostanze principali. Ognuno può con una giusta misura valutare l' importanza de' diversi mezzi trovati per difenderci dai fulmini. Egli è dunque tempo di doverli attentamente disaminare.

Dei mezzi trovati per difendersi dal fulmine.

Io spero che mi si voglia perdonare, se quì richiamerò brevemente certi pretesi mezzi di difenderci da questa meteora, i quali, risguardati sotto quel rispetto che oggi richiede la Scienza, posson parere assurdi. In ogni caso, io dirò che lo stud o delle aberrazioni dello spirito umano non dev' essere scompagnato dallo studio delle vere scoverte, oltre che i più grossolani errori non mancano forse ancora d' aver molti seguaci.

De' mezzi che gli uomini han creduto proprj per mettere se stessi in salvo dal fulmine.

La letteratura greca ci ha bene trasmesso le idee degli antichi filosofi intorno alla cagione del tuono; ma non ci ha che poche notizie ed imperfettissime sopra due o tre mezzi che ci preservino dal fulmine.

Erodoto, lib. IV, cap. 94, riferisce, che « i Traci hanno il costume, quando lampeggia o tuona, di *tirare delle frecce contro al Cielo*, *per minacciarlo* ».

E si noti bene, per *minacciarlo*, come dice l' autore greco. Ma quì non è affatto quistione, se la freccia abbia avuto il potere, o perchè metallica o perchè appuntata, di togliere dalle nuvole alcune particelle di materia elettrica. E *Dutens* egli stesso, quest' ammiratore esagerato dell' antichità, non ha avuto animo di rassomigliare le frecce de' Traci ai parafulmini moder-

ni, e di far risalire l'invenzione di questo strumento di *Franklin* in sino ad *Omero*.

Plinio riferisce che gli *Etruschi* sapeano fare scendere il fulmine dal Cielo; ch' essi sapeano diriggerlo a modo loro, e che fra le altre cose, il fecero cadere sopra un mostro detto Volta, il quale ponea a rovina tutt'i luoghi intorno a *Volsinia*; che *Numa* avea lo stesso secreto; che *Tullo Ostilio*, poco diligente in eseguire le cerimonie ch'egli togliea dal suo predecessore, si fece fulminare egli stesso. Quanto al mezzo di richiamare così il fulmine, *Plinio* parla solo dei *sacrificj*, delle *preghiere*, ec.; noi dunque possiam passare ad un altr' obbietto (1).

Gli antichi (Plinio, lib. II, §. 56), credevano che il *fulmine non penetrasse nella terra oltre a cinque piedi*. E così la maggior parte delle caverne parea loro che fossero asili del tutto sicuri; e quando era possibile di prevedere una tempesta, Augusto, come dice Svetonio, si riduceva in un luogo basso e vuoto.

I tubi vitrei formati dal fulmine, di cui lun-

---

(1) È egli vero che vi sia esistita una medaglia romana con queste parole, *Giove Elicio*, in cui questo Dio pare che vada librandosi sopra una nuvola, mentre che un Etrusco lancia nell'aria un cervo-volante.

Duchoul ha fatto coniare una medaglia d'Augusto, dove si vede un tempio di *Giunone* dea dell'aria, con la sommità armata di molte verghe a punta. Ma possiam noi dire autentica questa medaglia?

(*Laboissiere*, Acad. del Gard).

gamente abbiam discorso nel §. XVII, e che scendono qualchevolta sotto terra fino a 10 metri, dimostrano quanto gli antichi si fossero ingannati. E niuno non sa, e niuno non potrebbe dire, anche oggi, a quale profondità si potrebbe essere veramente in salvo dai fulmini discendenti, e con maggior ragione da' fulmini ascendenti.

A fine di accrescere la sicurezza che viene dalla grossezza delle muraglie, di pietra o di terra di cui un sotterraneo od una caverna naturale sono ricoverte, gl'imperatori del Giappone, se bisogna aggiustar fede a *Koempfer*, fan costruire un serbatoio d'acqua al disopra della grotta, dove essi si ricoverano nel tempo delle tempeste. L'acqua ha l'ufficio di *spegnere* il *fuoco* del *fulmine*.

In un certo stato di cose che noi svilupperemo a suo luogo, un nappo d'acqua può difendere in certo modo dalla meteora tutto quello ch'è di sotto ad esso; ma di quì non può inferirsene che i pesci non possono essere fulminati nel seno delle masse liquide più estese.

Weichard Valvasor ci riferisce (*Philosophical Transactions*, tom. 16), ch'essendo il tuono caduto, verso l'anno 1670, sul lago di Zirknitz, nel compartimento detto *Leuische*, si vide quasi in quell'istante galleggiare alla superficie delle acque tale numero di pesci che gli abitanti del vicinato ne riempirono 28 carrette.

Il 24 settembre 1772, il fulmine cadde a Besançon nel dipartimento di Doubs; e subito l'acqua fu coverta alla sua superficie di pesci mez-

zo-morti che galleggiavano seguitando la corrente.

Era comune opinione presso gli antichi, che le *persone coricate nel letto, non avcano nulla a temere dal fulmine.* E questa opinione, per quanto si voglia straordinaria, sembra che pure oggi abbia de'seguaci. Ed io so, per esempio, che Howard ha registrato questi due fatti con una diligenza particolare.

Il 3 luglio 1828, il fulmine cadde sopra un letto a *Birdham* vicino *Chichester;* e ridusse in pezzi un legno del letto, rivoltò per terra i drappi, i materassi, e la persona che sopra di esso giaceva, senza poi produrle alcun male.

Il 9 dello stesso mese, il fulmine cadde a *Great-Houghton*, vicino *Duncaster*, e tolse le tentine del letto, dove era coricata Mad. Brook, la quale non ebbe altro male che la paura.

A questi io ne aggiugnerò altri non meno autentici.

Il 63° volume delle *Philosophical Transactions* contiene una memoria nella quale il reverendo *Samuele Kirkshaw*, registra tutt'i particolari di quel colpo di fulmine che sorprese *Tommaso* Hearthley, addormito nel suo letto ad *Harrogwgate*, il 29 settembre 1772 e lo lasciò quivi morto. Mad. *Hearthley*, coricata a fianco del marito, non fu neppure svegliata, e quanto a lei, tutto si ridusse ad un dolore nel braccio dritto, che durò solo pochi giorni.

Il 27 settembre 1819, a 5ore del mattino, il fulmine cadde a *Confolens* (Charente) sopra una casa, dove uccise la serva coricata nel suo

letto. Il corpo era solcato dal collo fino alla gamba dritta.

Le *pelli* del *vitello marino* credevano i Romani che difendessero afficacemente dal fulmine. E però se ne faceano delle tende, sotto alle quali le persone timide andavano a ricoverarsi quando il Cielo era tempestoso. *Svetonio* riferisce che *Augusto*, il quale temeva il tuono, portava sempre una di queste pelli.

Nelle Cevennes, dove per lunghissimo tempo vi ebbero stanza delle colonie romane, i pastori raccolsero dilegentemente le spoglie de' serpenti; e ne circondano, pure oggi, i loro cappelli, e credono d'essere riparati dal fulmine (Laboisiere, Acad. di Gard.) E queste pelli di serpenti, come pare, doveano una volta essere stimate siccome le pelli più rare e più care de' vitelli marini.

Certamente è da riprovare la scelta ch' avea fatta Augusto delle pelli di vitelli marini; ed oggi non sapremmo in niun modo giustificarla, nè co' fatti, nè teoricamente. Quanto poi al pensiero, che non sia indifferente, sotto alla tempesta, usar certi abiti, esso non ha nulla di contrario alle conoscenze de' moderni sulla materia del fulmine. E noi potremmo citare gran numero di casi, ne' quali pare che alcune persone sieno state preservate, ed altre fulminate, secondo che aveano questa o quella stoffa, tale o tal altro oggetto.

Il giorno della Catastrofe di *Château-Neuf-les-Moûtiers*, di cui abbiamo discorso in altro luogo, due de' tre preti che circondavano l'alta.

re caddero gravemente colpiti. Il terzo, per contrario, non ebbe alcun danno: egli solo avea di sopra *vesti* di *seta* (1).

Ecco de' fatti anche più maravigliosi, i quali dimostrano che un animale può essere più o meno gravemente colpito nelle diverse parti del suo corpo, secondo il *colore diverso* de' *peli* che le ricovrono.

Al principio di settembre 1774 il fulmine cadde sopra un bove, a *Swanborow* (*Sussex*). Questo bove, di color rossastro, era macchiato bianco. Dopo il colpo del fulmine, fu osservato con maraviglia la *nudità* delle *macchie bianche*: e non v'era rimasto un pelo, mentre la parte rossastra avea ricevuto un'apparente alterazione. Il proprietario dell'animale raccontò a *James Lambert*, che due anni innanzi, un altro bove macchiato bianco avea presentato precisa-

(1) Dopo certe *esperienze indirette*, di cui discorreremo nella seconda parte di quest'articolo, tutt' i fisici han riconosciuto che il *taffettà incerato*, la seta la *lana*, sono meno permeabili alla materia del fulmine delle *tele* di *lino* di *canapè*, o di *ogni altra materia vegetale*. Essi però non sono in così bello accordo sopra questa quistione, se sotto alla tempesta le vesti bagnate sieno da preferire a quelle che sono asciutte. *Nollet* rifiuta gli abiti bagnati, perocchè l'acqua comunica ad essi il potere di richiamare sopra di sè il fulmine. Franklin accetta l'opinione contraria per questo, che gli abiti bagnati debbono trasmettere immediatamente al suolo la materia elettrica che l'investe.

mente lo stesso fenomeno, dopo un violento colpo di tuono.

Infine, il 20 settembre 1775, un cavallo leardo essendo stato fulminato a Glynd, il proprietario osservò, che in tutta l'estensione delle macchie bianche il pelo in certo modo si distaccava di per se stesso, e che nel resto del corpo avea conservato la sua aderenza ordinaria.

» Quando il Cielo era tempestoso, *Tiberio* » *mai non lasciava di portare una corona d' al-* » *loro, chè egli credea che il fulmine mai non* » *toccasse questa sorta di foglie.* » (Svetonio)

L'opinione che certi alberi non sono mai colpiti dal fulmine è ancora comunissima.

Il sig. *Hugh Maxwell* scriveva all' *Accademia Americana*, nel 1817, che seguitando, la sua propria esperienza e le notizie raccolte da un gran numero di persone, egli credea di potere affermare, che il fulmine colpisce spesso *l' olmo il castagno, la quercia*, il pino; che qualchevolta investe il *frassino*; e che *mai* non cade sul *faggio*, sulla *betulla*, sull' *acero*.

Il Capitano Dibden non ammetteva differenze così distinte. Ed in una lettera indiritta a Wilson, in data del 1764, ei si stava contento a dire, che nelle foreste della Virginia ch' egli allora avea visitate nel 1763, i *pini*, quantunque di molto più alti delle *quercie*, pure assai *meno frequentemente* erano dal fulmine colpite. Ed aggiugneva ch' egli non ricordava d' aver veduto quercie che crescessero in mezzo ai pini, là dove alcuni di questi ultimi alberi erano stati fulminati. Ed ecco de' fatti i quali certo potranno togliere alcuni dubbj

Gli antichi credeano che *mai* il fulmine non cadesse sul *lauro*. Ora questa parola *nommai* non potrebbe giustificarsi, perchè io trovo nelle Note di *Poinsinet* de *Sivry*, uno de' traduttori di *Plinio*, che *Sennert*, *Vico-mercatus*, e Filippo-Giacomo *Sachs*, riferiscono molti casi di lauri fulminati.

Maxwell pone pure il faggio tra gli alberi rispettati dal fulmine. Una brosciura di Hèricart, distribuita da poco nell' accademia, dimostra che un vecchio faggio, lasciato nel 1835 in un antico bosco, ch' era stato abbattuto nel mezzo della foresta di *Villers Cotterets*, fu fulminato e quasi distrutto, nel mese di luglio dello stesso anno.

Certe considerazioni teoriche aveano pure fatto credere che gli alberi resinosi si tenessero in salvo da' colpi del fulmine. Intanto sopra abbiamo notato, che *Maxwell* pone il *pino* fra gli alberi che sono colpiti *più sovente*. E nella brosciura di Thury testè citata, trovo fra gli alberi fulminati:

Un *pino*, a *Saint-Martin-de-Thury*, il 2 agosto 1821.

Un *Abete*, a *Saint-Jean-de-Day* (Manche), in giugno 1836.

Un *Visciolo*, ad *Anthilly*, in agosto 1834.

Un *acacia*, a *Saint-Jean-le-Pauvre-de-Thury*, in settembre 1814.

Un *olmo*, a *Moisselles*, in giuguo 1823.

Delle quercie e de' pioppi.

Gli uomini sono sovente colpiti dal fulmine in mezzo alle pianure scoverte; ma il pericolo,

come dimostrano molti fatti, è anche più grande sotto agli alberi. Da questa duplice osservazione il Dottor *Winthorp* inferiva, che per salvarsi dalla meteora, quando la tempesta ti sorprendesse in una campagna rasa, quello che potrebbe farsi di meglio, sarebbe di situarsi ad una piccola distanza da qualche grande albero; e per piccola distanza egli intendeva tutte quelle che sono tra 5 e 12 metri. Ed una situazione anche più favorevole sarebbe quella che fosse ad una medesima distanza da due alberi vicini. *Franklin* accettava questi precetti. Henley, pur egli, li credea fondati sulla teoria e sull' esperienza, e non li modificava nel caso d'un solo albero, se non nel credere che fosse meglio di fermarsi lontano dal tronco, a 5 e a 6 metri al di là della verticale tirata dall' estremità de' rami più lunghi.

V' ha de' fisici che, dietro a certe analogie, ammettono che il fulmine rispetta sempre il vetro. E di quì facilmente si è venuto ad immaginare che una gabbia fatta tutta di vetro sarebbe stata un ricovero sicurissimo. E così sono state proposte delle gabbie di questa materia, e fatte pure per uso di uomini che temono assai il fulmine.

Io son certo assai disposto a credere, che nelle tempeste un inviluppo di vetro possa scemare il pericolo imminente; ma io non so ammettere che possa farlo disparire del tutto. Ed ecco sopra di che sono fondati i miei dubbj.

Quel colpo terribile di fulmine che investì il palazzo *Minuzzi*, nel territorio *di Ceneda*, il 15

giugno 1776, *forò o ruppe* più di *ottocento* quadrelli di vetro.

Allorchè *James Adair* fu gittato a terra, in settembre 1780, da quel violento colpo di tuono che uccise due servi suoi nella casa d' *East-Bourne*, egli stava dietro ad una finestra di vetri. I telai della finestra non ebbero alcun danno, ma i quadrelli di vetro disparvero interamente: il tuono li avea ridotti in polvere.

Volendo esser severo potrebbe supporsi, che la frattura de' vetri sia stata effetto dello scuotimento dell' aria, un semplice effetto del rumore, dello scoppio. E però veniamo ad altri fatti che sono meno dubbî.

Il 17 settembre 1772, il fulmine che cadde a *Padova* sopra una casa situata in *Prato della Valle*, fece in un quadrello di vetro della finestra d' una stanza terrena un *foro netto* e rotondo, siccome quello che vien fatto da un succhiello.

L' ingegniere Caselli, di Alessandria, osservò su' vetri delle sue finestre, nel 1778, immediatamente dopo un colpo di fulmine (pag. 104) de' fori rotondi, quasi senza che vicino vi fossero fessure.

In settembre 1824, essendo il tuono caduto a *Milton of Comage*, nella casa di William Bremmer, uno de' quadrelli di vetro della finestra fu trovato con un *foro circolare della grandezza d' una palla di fucile*: in tutto il resto non v'era niun' altra fenditura. Un foro perfettamente circolare, senz' alcuna fessura, non può essere effetto dello scuotimento cagionato dal tuono. Ove

fosse mestieri potrebbe citarsi questo caso come una ripruova dell' estrema rapidità con cui procede la materia elettrica. Il foro del vetro di *Bremmer* rafforza le osservazioni speciali di *Padova* e d' *Alessandria*. Queste osservazioni riunite disingannerano tutti coloro i quali credevano, che delle reti di vetro fossero ripari sicurissimi contro del fulmine.

Mille esempli han dimostrato che il fulmine non cade mai sopra un uomo, o sopra una donna senz' attaccare più particolarmente le parti metalliche de' loro ornamenti. Sicchè può stabilirsi che queste parti accrescono sensibilmente il pericolo d' essere fulminato. E niuno non metterà in dubbio questa supposizione, se si tratta di grandi masse di metallo; e in ogni caso, io dirò che il 21 luglio 1819, il tuono cadde sulla prigione di *Biberac* (*Sovabe*), e nella sala maggiore, *in mezzo a venti prigionieri*, colpì un *capo* di *briganti* già condannato, il quale era incatenato per la cintura.

Questa supposizione non potrà senza maggiore difficoltà giustificarsi quanto alle leggere parti metalliche che entrano ne' nostri abiti ordinarj. Intanto io potrò ritenere come una certa ripruova, l' osservazione curiosa fatta nel *Brèven*, nel 1767, da *Saussure* e dai suoi compagni di viaggio.

Il tempo era procelloso. Quando gli osservatori alzavano la mano e distendevano un dito, sentivano alla punta di esso una specie di pizzicore.
» Il sig. Jalabert (dice il celebre viaggiatore),
» che avea nel cappello un nastro d' oro, udiva

» intorno al suo capo un ronzio spaventevole. *Si*
» *vedeano uscire scintille da un bottone d'oro*
» *di questo cappello*, e pure dalla ghiera di me-
» tallo d'un gran bastone che noi avevamo » (1).

Ora date alla tempesta un po più d'intensità, ed il nastro d'oro ed il piccolo bottone di metal-

---

(1) Io sapea da lungo tempo che secondo diversi osservatori l'atmosfera fortemente impregnata di materia elettrica in una pioggia dirotta di neve, diviene sonora in un modo maraviglioso; ch'ei basta muover le dita con una certa prestezza per produrre de'suoni musicali. Intanto toccando nel §. XXVI de' razzi luminosi delle tempeste, io non ho avuto in animo di far menzione delle singolari proprietà acustiche, che si volceano effetto dello stato dell'atmosfera di cui discorriamo. Una nota che non ha guari ho trovata nell'Enciclopedia del sig. Brewster se non ha dissipato del tutto i miei dubbi, li ha alquanto scemati è però io ritorno sopra quest' obbietto.

In luglio 1814, dice il celebre fisico d' Edimburgo, i sig. *Tupper e Lanfiar*, essendo giunti, nello scendere dall' *Etna*, a poca distanza dalla *casa detta degl' Inglesi*, furono sorpresi da una pioggia dirotta di neve, accompagnata da violenti colpi di tuono.

In questa i due viaggiatori, e la loro guida udivano, come *Saussure*, Jalabert, ec. un semplice sibilo, tutte le volte che tenevano le braccia aperte in aria, non lasciando disteso che un solo dito della mano; ma quando poneano il dito a traverso di quest' atmosfera nevosa, in diversi sensi e con rapidità, essi *potevano a lor posta produrre una gran varietà di suoni musicali la cui intensità* era tale che si udivano perfettamente alla *distanza di 40 piedi*.

Io so molto bene che egli è malagevole a persuadersi come certe scariche, cagionate da' fiocchi di neve, abbiano potuto nella loro distanza avere quella regolagità che i suoni musicali ichieggono; ma dove ci troveremmo noi se volessimo negare tutto ciò che non sa spiegarsi?

lo nelle stesse circostanze di *Brèven*, diverranno vere cagioni di scoppio; e sarà piuttosto fulminato *Jalabert* che i suoi vicini compagni, i cui cappelli non erano ornati nè del nastro d' oro, nè del bottone di metallo.

Ecco un fatto riferito da Costantini nel 1749, e che fa ancora più direttamente al nostro proposito.

Il tempo era procelloso, ed una dama distende la mano per chiudere la finestra; il fulmine scoppia, ed il braccialetto d' oro ch' ella portava sparisce interamente, per modo che non ne restò alcun segno.

La dama per altro non avea ricevuto che leggerissime ferite.

Senza queste osservazioni preliminari, avrebbe potuto maravigliarsi di vedermi quì raccogliere la spiegazione che il celebre viaggiatore *Bridone* ha data d' un fatto accaduto ad una persona sua amica, a madama *Douglas*.

Mad. *Douglas*, in un'ora di tempesta, risguardava intorno dalla sua finestra. Il fulmine scoppiò, e il suo cappello (solo il cappello) fu ridotto in cenere. Secondo *Bridone* il *fulmine* era stato attirato da quel sottile *filo metallico* ch' era nel contorno del cappello, e al quale era attaccata la stoffa. Così egli propone che non si usino queste estremità metalliche; e si protesta a questo modo contro la moda tanto sparsa di mantenere i capelli con spilli (1), e con trecce

(1) *Kundman* riferisce che il fulmine fuse un ago di rame che serviva a tenere raccolti i capelli d' una giovinetta, e ciò, senza bruciarli.

con oro ed argento. E temendo naturalmente che i suoi consigli non avessero alcun effetto, ei vuole, « che ogni donna porti una piccola catena » o un filo di lino, ch'ella annodi nelle tempe» ste alle parti metalliche del cappello, per mez» zo di che la materia fulminante possa andar » diritta al suolo, senza passare a traverso la » testa o i membri inferiori. »

In somma è miglior consiglio, quando tuona, di non aver punto di metallo sopra di sè; ma porta il pregio di por mente al maggior pericolo che un oriuolo, delle fibbre, delle monete, dei fili, delle catene o aghi metallici di cui fanno uso le donne, posson cagionare? Questa quistione non può essere risoluta generalmente, perochè ognuno la risguarda secondo che pensa, e si lascia più o meno dominare dal timore che il fulmine gl'ispira.

Allorchè il fulmine cade sopra uomini od animali posti gli uni dappresso agli altri, sia in linea retta, sia lungo una curva non chiusa; i suoi effetti sono generalmente più intensi e più increscevoli alle due estremità della fila.

Questo teorema, se può dirsi così, pare che nasca da' fatti ch'io ho raccolti, e che ora passo a disaminare. Io spero che voglia intendersi che qui io tratto questa quistione in un rispetto scientifico, e che indicando il luogo dove dee meno temersi il fulmine, io non intendo di consigliare ad alcuno di rifuggirsi colà, perocchè scemando a questo modo i suoi proprj rischi, si

accrescerebbero inevitabilmente quelli degli altri.

Il 2 agosto 1785, il fulmine cadde a Rambouillet in una stalla dov'erano in una fila *trentadue* cavalli. *Trenta* furono rovesciati al suolo. *Un solo*, ch'era ad una dell'estremità della fila, fu ucciso in quel punto; e l'altro ch'era all'estremità opposta fu grevemente ferito e morì.

Il 22 agosto 1808, il fulmine cadde sopra una casa del villaggio di *Knonau*, nella *Svizzera*. *Cinque fanciulli* leggevano seduti sopra un banco in una delle stanze terrene. Il *primo e l'ultimo* caddero morti in quel punto. Gli altri tre furono là gittati con una violenta commozione.

A *Flavigny* (*Côte-d'Or*), cinque cavalli erano in una stalla dove penetrò il fulmine. I due primi e i due ultimi perirono. Il quinto, quello di mezzo, non ebbe alcun danno (1).

Un mio amico mi fa sapere che pochi anni fa, in una città della Franca-Contea, gli fu narrato, pochi giorni dopo l'accidente, ch'essendo il fulmine caduto in un campo aperto sopra una *fila di cinque* cavalli, uccise il primo e l'ultimo. Gli altri tre non pareano neppure feriti (2).

---

(1) Riferisco questo fatto per raffermare la proposizione posta a capo di questo paragrafo, quantunque al tempo dell'avvenimento si fosse creduto a *Filavigny* che potesse spiegarsi tutto quello che vi avea di straordinario per questa circostanza, che il cavallo rimasto salvo era cieco e gli altri quattro vedeano chiaramente.

(2) Nell'anno IX, il fulmine cadde a *Praville*, vicino

Tutti sanno ed intendono, che incontrando il fulmine un'asta metallica, non produce danno notabile se non nell'entrare e nell'uscire. S'intende facilmente che accade lo stesso in ogni corpo di qualunque natura; ma che questa regola possa estendersi al caso in cui la continuità è in-

---

Chartres, sopra un mulino a vento, e vi pose fuoco e tutto fu distrutto. In questa stessa ora il mugnaio camminava in mezzo ad un cavallo e ad un mulo caricati di frumento. I *due animali*, feriti dal medesimo fulmine, restarono quivi morti. Il Mugnaio ne fu liberato, ma ebbe un grande stordimento, alcune ciocche di capelli bruciate, e perdè il cappello.

Io non ho posto questo fatto nel testo, perocchè a me pare che esso provi meno degli altri; e non è evidente di per sè che il fulmine uccida con uguale facilità tutte le sorti di animali; e mi pare, per contrario, dopo un certo numero di fatti, che gli uomini resistono al fulmine più fortemente, che i cavalli e i cani. Ed ecco alcuni di questi fatti su'quali, ove fosse mestieri, io fonderei la mia opinione.

Il 12 aprile 1781, i signori d'*Aussac*, *de Gautran* e *de Lavallongue* furono colpiti dal fulmine vicino *Castres*. I tre cavalli su cui erano questi tre viaggiatori, perirono sotto il colpo. De' Cavalieri perì un solo (il signor d'*Aussac*).

In giugno 1826, vicino Worcester, il tuono uccise un giumento, ed il fanciullo che lo guidava non ebbe alcun grave danno.

In giugno 1810, *Cowens* era in un appartamento a fianco del suo cane quando il fulmine vi penetrò. Il cane fu quivi ucciso; Cowens ne fu appena commosso.

Il giorno 11 luglio 1819, il fulmine, come sopra abbiamo riferito, uccise nove persone ch'erano in chiesa, a Châteaun-Nouf-les-Moutiers; ma noi non abbiam detto che al tempo stesso uccise tutt' i cani ch'erano in quel luogo. Questi cani furon trovati con la stessa attitudine che avevano innanzi che il fulmine cadesse.

terrotta con grandi vuoti; che *trentadue* cavalli, per esempio, situati come essi sono ordinariamente in una stalla, debbano considerarsi, quanto agli effetti del fulmine, come una massa unica, con un principio ed una fine; io credò che difficilmente si sarebbe indovinato. Intanto qual' altra somiglianza possiam arrecare in mezzo per dar ragione del curioso fenomeno al quale questo paragrafo è stato consacrato?

Franklin ha dato de' precetti per coloro i quali, temendo il fulmine, si trovano in ore di tempesta nelle case non provvedute d'uno di quei parafulmini, di cui noi ora tratteremo.

Ei vuole che si eviti la vicinanza de' cammini. Di fatti il fulmine entra sovente pe' cammini, tirato da quella fuliggine che li circonda interiormente, la quale ha la stessa proprietà degli altri metalli d'essere uno de' corpi cui il fulmine maggiormente corre. Si dee pure, per la stessa ragione, allontanarsi quanto è più possibile da' metalli, dagli specchj (per lo stagno da cui sono coverti) e dalle dorature.

Il meglio pare che sia quello di stare al mezzo d' una grande sala; tranne però il caso in cui ci fosse una finestra o un lampiere di sopra alla testa.

Meno si toccano i muri ed il suolo e meno si dee temere il fulmine. Sicchè il luogo più sicuro sarebbe un letto portatile, sospeso con cordoni di seta, al centro d'una vasta camera.

Ove non potesse sospendersi il letto a questo modo, sarebbe bene di porre fra sè ed il suolo alcuni di quei corpi che la materia elettrica

traversa più difficilmente. Così può mettersi la cassa del letto o sopra il vetro, o la pece, o sopra molti materassi.

Per tutte queste cautele certo il pericolo scema, ma non sparisce del tutto. E difatti, v' ha degli esempli che il vetro, la pece e molti grossi materassi sieno stati traversati dal fulmine. Ed ognuno può ancora intendere, che se il fulmine non trova intorno la stanza un ferro continuo che lo dirigga, potrà slanciarsi da un punto sopra un altro tutto opposto, ed incontrare nel suo cammino le persone situate nel mezzo, e fossero pure sospese su' letti sopra indicati.

Alcuni meteorologisti, e fra gli altri *Balitoro*, affermano che il fulmine *mai* non colpisce la *faccia nord degli edificj*. E secondo loro è da temere soprattutto al sud-est.

Quest' opinione, come dicesi, è molto sparsa in Italia; e nelle tempeste molti si ricoverano nelle stanze della loro abitazione rivolte al nord. Se il fenomeno si è osservato precisamente, forse qui non dee vedersi che l'effetto della direzione secondo la quale, ne' nostri climi, il vento soffia quasi sempre quando cade il tuono.

Certe nuvole che vengono dal sud, fortemente impregnate di materia elettrica, in certo modo lascian sempre cadere il fulmine, specialmente sulla prima faccia degli edificj al disopra de' quali passano. Del resto, dopo provato che i getti tanto elevati delle aurore boreali si dispongono parallelamente all' ago magnetico d' inclinazione, come negare la possibilità d'una direzione comune negli slancii della materia elettrica?

Secondo *Nollet*, ad altezze simili, e in tutte le altre circostanze uguali, le frecce de' campanili coverti di lavagne sono più spesso e più bruscamente colpite dal fulmine, che le frecce costruite di pietre.

Ed io credo ch' ei non bisogna ricercare l'origine di questa singolarità in qualche differenza specifica fra la materia della lavagna e quella specie di pasta di cui è formata la pietra. E pare che debba tenersi piuttosto all' umidità, che nella pioggia impregna così facilmente il legno coverto di panconcelli, sovra di che son posate le lavagne, ed ai molti chiodi metallici che servono a raffermarli.

Più la materia conduttrice è agglomerata in qualche parte con altre masse o volumi, e più divengono frequenti i casi di poter essere fulminato vicino ad essa. Ammesso ciò una volta, poichè l' uomo nello stato di vita è buonissimo conduttore della materia elettrica, deve rifiutarsi così, senza fare niuna considerazione, quest' opinione di alcuni fisici (e fr' altri di *Nollet*), che il pericolo di essere colpito dal fulmine in una chiesa, cresce col numero delle persone che quivi si trovano riunite?

Un' altra cagione può ancora valere per rendere pericolose le grandi riunioni d' uomini e di animali nelle ore di tempesta. La loro traspirazione produce senza dubbio una colonna ascendente di vapore; e tutto il mondo sa che l'aria umida trasmette il fulmine assai meglio che l'aria secca. Sicchè la colonna di questo vapore dee innanzi tutto condurre il fulmine nel luogo stesso

donde essa parte. Ora possiam maravigliarci che de' branchi di montoni sieno stati così spesso fulminati, e che un sol colpo possa cagionare la morte di 30, di 40 e pure di 50 di questi animali?

In America, è opinione comune, che le capanne (*barns*) piene di frumento e di vettovaglie, sono colpite dal fulmine più frequentemenmente che le altre specie di edificj.

Questo fatto pare che debba pure attribuirsi ad una colonna ascendente d' aria umida, la cui origine può trovarsi facilmente, ricordando che in generale si suole la raccolta porre ne' granaj, innanzi che sia giunta ad una grande secchezza.

Accade qualchevolta che una persona sia fulminata in mezzo a molti altri, senza che possano intravedersi le cagioni che hanno portato questa specie di scelta, senza che ne' suoi abiti vi sieno più parti metalliche che nelle persone vicine, senza che la sua posizione rispetto agli oggetti circostanti offra *apparentemente* nulla di particolare.

Ho detto *apparentemente*, perchè una cagione non dee essere visibile per potere operare attivamente; perchè una massa di ferro nascosta in mezzo ad una grossa fabbrica produce effetti non altrimenti che se fosse allo scoverto, ec. Ed è ben raro che possa affermarsi che tutte le circostanze eran le stesse, quanto alla posizione, fra la persona fulminata e l'altra rimasta salva; ed una ha potuto trovarsi più lontana dell' altra da una massa di metallo, da un filo di acqua, ec., nascosti sotto d'una stanza, dietro un intavola-

to, nel seno della terra, ec., senza che mai non se ne fosse dubitato.

Ei pare difficile di potere per questa via riconoscere se v'ha differenze specifiche fra un uomo ed un altro, quanto alla facoltà di poter essere fulminato.

Il dubbio non ha potuto essere rischiarato che con l'aiuto di esperienze indirette, che saranno analizzate in un altro luogo. Quì debbo starmi contento ad affermare che v'ha delle differenze specifiche, e che nelle ore di tempesta, in due situazioni al tutto simili, un uomo, per la sua struttura, può correre maggior pericolo che un altro uomo. (1)

---

(1) Fatta ogni riflessione, io cercherò qui di dare in poche parole un'idea generale dell'esperienze, alle quali sopra ho accennato.

La materia che scappa scintillando dal conduttore d'una macchina elettrica, dopo essersi girato il manubrio per qualche tempo, è materia elettrica. E come tale si trasmette quasi senza indebolirsi a traverso di grandi masse di metallo e d'acqua ec. Essa traversa pure assai liberamente una *lunga* fila di uomini che si toccano per mano formando una *catena*. Intanto v'ha delle persone che arrestano bruscamente la comunicazione e non sentono la scossa, anche quando occupano il secondo posto della fila. Costoro, *per eccezione*, non *sono conduttori* della materia elettrica. Sicchè per eccezione bisogna annoverarli fra' corpi non *conduttori*, che il fulmine rispetta, o che almeno colpisce raramente.

Ora differenze così distinte non han luogo se non si suppongono pure certe gradazioni. E ciascun grado di conduttibilità corrisponde nelle tempeste ad una certa misura di pericolo. L'uomo conduttore come il metallo, sarà pure fulminato

Si accresce il pericolo di essere fulminato quando si corre sotto alla tempesta?

Si è preteso che sotto alla tempesta sia pericoloso correre a piedi o a cavallo; e che non bisogna camminare contro la direzione del vento e 'l movimento delle nuvole: il che in sostanza si riduce a questo, ch' ei bisogna evitare di trovarsi in una corrente d'aria.

Ma può dimandarsi se una corrente di aria realmente attira il fulmine, e facilita la sua caduta. Non avendo argomenti come deffinire questa quistione, si è arrecato in mezzo l'uso di chiuder le finestre tosto che una tempesta si manifesta, siccome effetto d'una vera esperienza; e si è pensato che i popoli più lontani a noi non sarebbero stati generalmente d'accordo a chiudersi sempre che tuona, se questa pratica non avesse avuto alcun vantaggio.

Ora ho io bisogno di notare che non c'è pregiudizio popolare che non possa giustificarsi ragionando a questo modo?

---

così spesso che il metallo; l'uomo che interrompe la comunicazione *nella catena*, non avrà incerto modo a temere più che se fosse di vetro, di resina. Tra questi limiti si troveranno di coloro che il fulmine colpirà come il legno, come le pietre, ec. Così ne' fenomeni del fulmine non dipende tutto dal luogo che un uomo occupa: la struttura fisica di quest'uomo ha pure la sua parte.

Nelle ore di tempesta, piove; soffia il vento fortemente; e l'uso di chiuder le porte e le finestre ha potuto nascere semplicissimamente dalla necessità di difendersi dal vento e dalla pioggia. E noi sappiamo pure, che in alcuni paesi quest' uso è fondato sopra idee superstiziose.

In *Estonia*, per esempio, ognuno ha l' uso di ristoppare fino le più piccole aperture, *per la paura di lasciare entrare lo spirito maligno che Dio persegue mentre cade il tuono* (*Salverte*, *Delle Scienze occulte*). Ed è pure da notare che certe idee religiose han condotto i Giudei, in alcune contrade, a fare il contrario degli *Estonesi*. Come il lampo comincia a solcare la nuvola, i Giudei, dice l' abate Deehman, aprono porte e finestre, a fine che il *Messia*, la cui venuta dee essere annunziata da una tempesta, possa entrare liberamente nella casa ch' ei vorrà scegliere.

Ma esaminiamo quest' usanza in se stessa, per quanto comporta lo stato della scienza.

L' atmosfera oppone una certa resistenza al passaggio della materia del fulmine. Egli è probabile che questa resistenza diminuisca quando la temperatura e l' umidità si accrescono, quando la pressione barometrica s'indebolisce. Sicchè tutto quello che rende minore la densità dell' aria in un certo punto, tende, poco o assai, a richimarvi il fulmine. Ora un uomo che corre, in *un tempo* calmo, lascia dietro a sè uno spazio dove, matematicamente parlando, l' aria è rarefatta. E quindi nelle stesse circostanze, questo spazio sarà quello dove i colpi di fulmine diver-

ranno più imminenti. Ecco un fatto, i cui particolari mi sono stati comunicati dal mio illustre collega l'ammiraglio *Roussin*, e che *forse* sarà considerato in certo modo favorevole alle congetture che testè abbiamo lette.

La fregata la *Giunone*, facendo il viaggio per l'India, fu sorpresa il 18 aprile 1830, a poca distanza dalle Canarie, da una violenta tempesta, e non *ostante il parafulmine*, il tuono cadde sul legno.

Il fatto della caduta del fulmine non pare che possa mettersi in dubbio. Difatti, subito dopo lo scoppio, si manifestò in tutto il naviglio un forte odore di *solfo*. Oltre a ciò, le persone che erano sul cassero videro una fiamma distaccarsi dalla catena conduttrice. Questa fiamma si mostrò in un punto medio della distanza tra la grande gabbia e le impagliature, e andò alla sinistra della nave a perdersi nelle onde, mentre l'estremità della catena era immersa nel mare dal lato opposto, o dalla parte dritta della nave. Aggiungo infine, che nell'istante del colpo del fulmine, uno de' marinaj cadde in tale asfissia che fu creduto morto.

Dopo l'accaduto, si furono tutti assicurati che la catena, composta di fili di rame torti alla maniera delle funi, formando un cilindro quasi di un centimetro di diametro, non era stata rotta in alcuna sua parte. La punta della freccia metallica attaccata alla cima dell'albero maestro, con la quale la catena conduttrice comunicava, era solo *bruciata*.

Il fatto d'una scarica laterale del fulmine, per

effetto del conduttore, è oggi conosciuto con tutt'i suoi particolari. Sicchè non resta a trovarne che la spiegazione. La prima che si presenta alla mente è questa, che la catena metallica era d'un diametro piccolissimo. Ma per dar maggior peso all'obbiezione non potrebbe egli supporsi che al momento della scarica l'estremità della catena non fosse immersa nell'acqua? Quest'estremità s'attacca ad un corrente di rame, ordinariamente commesso con chiodi sopra i due o i tre primi legni che rivestono di fuori la nave dalla superficie delle acque. Il corrente è dalla parte dritta della nave; la quale allora era rivolta al vento, e secondo la relazione il vento era fortissimo. Per tutte le quali cose dobbiam credere che il bastimento fosse stato momentaneamente sollevato da quella parte dov'era attaccata l'estremità inferiore della catena conduttrice. Disgraziatamente non sa dirsi quanto, ma certo questa circostanza toglie molto pregio alla congettura che quì ho avventurata.

Sul legno la *Giunone* tutti eran persuasi che il fulmine avea abbandonato il conduttore per *effetto del vento violentissimo* che soffiava intorno. Ma io non ho affatto in animo di far valere questa spiegazione; e d'altra parte io non direi che non merita alcuno esame. Fra la parte donde spirava il vento e la catena metallica conduttrice, e le funi, e gli alberi, ec. dovea esservi, per un fenomeno ben conosciuto dagl'idraulici sotto il nome di comunicazione laterale di movimento, una specie di vuoto, un piccolo spazio nel quale la pressione atmosferica fosse di molto

indebolita. Ora negare, senz' alcuna restrizione, questa brusca diminuzione di pressione, non pare che sia da buon critico, avendo specialmente sotto agli occhi tante osservazioni di fisica che noi svolgeremo appresso, quando metteremo in riscontro i fenomeni dell' elettricità artificiale con quelli del fulmine.

Io ho discorse le considerazioni diverse sulle quali han potuto fondarsi per giugnere a consigliare di non correre mentre che tuona. Ora io dimando se ciò che si guadagna, quanto al pericolo di essere fulminato, restando immobile o camminando lentamente, sia bastante prezzo del fastidio di essere bagnato da una pioggia dirotta.

Le nuvole, donde i lampi ed il tuono si sprigionano incessantemente, sono esse formate, come suppongono alcuni fisici, di tale maniera che traversandole vi sia pericolo di morte?

La natura intima delle nuvole è assai imperfettamente conosciuta; onde non può, dietro a certe considerazioni teoriche, valutarsi il pericolo che si potrebbe incontrare accostandosi di molto al centro d' una tempesta. E la comune opinione sopra questo punto a me pare che proceda più da sentimento che da profonda discussione. V' ha di certe nuvole nere che di lontano portano qualchevolta la distruzione, l' incendio e la morte. Ora *da vicino* che diverranno esse mai? Ecco il punto di vista vago ed indetermina-

to al quale si sono arrestati. Lo stesso *Volta* non avea d'innanzi che questo pensiero, allorchè nella sua Memoria sulla formazione delle grandine ei credeva che fosse ardimento inaudito traversare una nuvola tempestosa. Ma checchè sia di ciò, a me è paruto che la quistione richiedesse d'essere disaminata. Ed era importante conoscere se i meteorologisti poteano avere speranza di giugnere, presto o tardi, a studiare il fulmine nella regione stessa dove si forma; era pure cosa utile valutare con giustezza il pericolo che può incontrarsi in certe montagne dove le tempeste nascono con troppa rapidità, onde i viaggitori avessero il tempo di scapparsene. Per altro il mio lavoro si restringeva a ricercare se mai delle persone si fossero trovate in mezzo alle nuvole, dove si fosse la tempesta formata, senza perirvi; ma io non dovea arrecare in mezzo che osservazioni nette, precise, e senza alcun dubbio. Tutte queste condizioni io le ho trovate riunite in una relazione dell' *abate Richard*, autore dell'*Istoria dell' aria e delle meteore.*

Alla fine d'agosto 1750, questo fisico saliva in vettura sulla piccola montagna di *Boyer*, a poca distanza da *Senecey*, tra *Châlons-sur-Saône e Tournus*. A tre quarti dell'altezza di questa montagna s'era arrestata una nuvola dalla quale di tempo in tempo scappava il tuono. *Richard* la raggiunse ben tosto. Da quest' istante il fulmine non si manifestò più con colpi bruschi e con intervalli di silenzio.

Esso facea un rumore continuo simile a quello d'un mucchio di noci che si rivoltano sulle tavo-

le. In cima alla montagna l' osservatore si trovò al *disopra* della nuvola; la quale non avea cessato di essere tempestosa, poichè de' lampi brillanti la solcavano, e ne uscivano forti scoppj.

Il secondo esempio ch' io citerò non è garentito da niun fisico. E ciò forse tornerà a bene, essendo state le circostanze del fenomeno, per altro poco numerose e semplicissime, raccolte da un uomo che non era dominato da alcun sistema. Io scrivo quello che segue come dettato da mia sorella.

» Pochi anni or sono io partii una mattina,
» con due amiche mie, dal villagio d' *Estagel*,
» e presi la volta di *Limoux*. La nostra vettura
» avea già passato una buona parte della via
» tortuosa e rapida del *Colle S. Luigi*, allorchè
» tutta la valle si covrì tosto di nuvole tempesto-
» se, e tali da non potersi disprezzare; poichè
» ne uscivano lampi brillanti, e si faceano udi-
» re forti colpi di tuono. Le mie compagne ed
» io avremmo voluto tornare indietro; ma il
» cocchiere fu di contrario parere, e mosse ad
» incontrare la tempesta. Siccome noi avevamo
» grande paura, chiudemmo gli occhi per non
» vedere i lampi, e ci turammo gli orecchi per
» non udire il tuono. Noi eravamo da un quarto
» d' ora in questo stato, quando il cocchiero
» ci fee sapere, con nostro vivissimo piacere,
» che ogni pericolo era già passato. Difatti la
» nuvola era al di sotto di noi: seguitava anco-
» ra a lampeggiare ed a tuonare, ma la nostra
» inquietudine cessò, perocchè noi godevamo
» d' un cielo puro e d' un sole bellissimo. »

I Capitani *Peytier* e *Hossard*, che io più volte ho citato onorevolmente, si son trovati ne' Pirenei in mezzo alle nuvole, ch' erano *il foco* d' una *tempesta già formata*.

Sulla cima del *picco* d' *Aniè*, a 2504 metri d' altezza, il 15 giugno 1825, e i giorni 20, 24 e 25 luglio 1827.

(La tempesta del 15 giugno durò 6 ore; i capelli degli osservatori e le ghiande de' loro caschetti si drizzavano; si udiva un sibilo intorno a quelle parti de' corpi che sporgevano in fuori.)

Sulla sommità del *picco Lestibete*, a 1851 metri, i giorni 4, 5, 6 e 13 luglio 1826.

(Nella tempesta del giorno 13, cadde una grandine grossissima a modo di stelle, e quasi di tre centrimetri di diametro.)

Sulla montagna di *Tromouse*, a 3086 metri, i giorni 9 e 13 agosto 1826.

(La tempesta del giorno 9 durò 24 ore; e fece grandine, pioggia, e i tuoni furono frequentissimi. La tenda, non ostante tre tele sovrapposte di traliccio strettissimo, parve qualchevolta come abbruciata. L' archibucio caricato di Hossard, lasciato fuori la tenda per cautela, il giorno appresso offrì molti segni di fusione evidenti all' estremità della canna. Questa tempesta parve così violenta dalla valle, che gli abitanti d' *Hèas* non speravano di rivedere nè i due officiali, nè la loro guida.

Sul *picco* di *Baletous*, a 3146 metri, i giorni 25, 30 e 31 agosto 1826;

(Pioggia, grandine, neve; lampi vivissimi, seguiti in quell' istante da scoppio. Il fulmine

cadde il giorno 31 sopra una pernice bianca, che le guide di *Peytier* ed *Hossard* aveano sospesa con lo spago ad un palicciuolo di legno. L' estremità di questo legno si trovò carbonizzata. La pernice era stata spennata dalla testa fino alla coda. Dal villaggio d' *Arrens* la tempesta parve così forte, che niuno si aspettava di vedere scendere un' altra volta gli osservatori del *picco* di *Baletous*.

Colpisce mai il fulmine innanzi che si vegga il lampo?

Io dubito che un fisico, or sono pochi anni, avesse osato di proporre apertamente questa quistione. Niente pareva allora che potesse essere più rapido della luce. Una velocità ben confermata di 80 mila leghe per ogni secondo pareva cosa maravigliosa, onde l' immaginazione non cercasse di spingersi più oltre. Doveano l' esperienze di *Wheatstone* disporre gli animi in altro modo. Difatti esse hanno, non dirò dimostrato, m' almeno fatto intravedere la possibilità di velocità più grandi di quella della luce; e ciò in una materia (la materia elettrica), che cento comparazioni tendono a dimostrare identica a quella del fulmine. Il dubbio dunque indicato in capo a questo capitolo, meritava d' essere esaminato profondamente sotto un rispetto di teorica. La meteorologia non avea che a trarne vantaggio; ed io credo, che per qualche lato il problema importi pure alla fisiologia. In fine mi è sembrato che certe persone paurose potea-

no bene esser tolte ai crudeli timori da cui sono assalite nelle tempeste, provato una volta che non v'ha nulla a temere dal fulmine quando si è veduto il lampo.

Un colono del *Cornouailles*, *Tommaso Olivey*, che fu gittato a terra senz'alcun sentimento da un forte colpo di tuono, il 20 dicembre 1752, avea sì poco udito il rumore, e sì poco veduto la luce della meteora, che riavendosi dopo un quarto d'ora, il suo primo pensiero fu di dimandare *chi l'avea colpito.*

Un uomo è fulminato vicino *Bitche*, il giorno 11 giugno 1757. Dopo riavutosi da un lungo tramortimento, l'Abate *Chappe* gli chiede conto delle sensazioni che ha ricevute. Ed eccone la risposta: Io non ho udito nulla; io *non ho veduto nulla.*

Il reverendo *Antonio Williams*, rettore di *Saint-Keverne* (Cornouailles), fu colpito, il 18 febbraio 1770, dallo stesso fulmine che distrusse la sua chiesa. Riavutosi, dopo un lungo tramortimento, disse, ch'*egli non avea veduto il lampo, nè avea udito il tuono.*

Essendo stati due giardinieri gittati a terra dal fulmine senz'alcun sentimento, nell'anno 1807, in una casa di campagna vicino *Manchester*, il signor Howard ragionando con uno di costoro, che avea sopravvivuto all'altro; costui, per nome *Giorgio Bradbury*, gli dichiarò positivamente, ch'egli non avea udito il tuono, nè veduto il lampo, nell'istante dell'avvenimento.

Il giorno 11 luglio 1819, il fulmine cadde sulla chiesa di *Châteauneuf-les-Moutiers*, cir-

condario di *Digne*, *dipartimento* delle *Basse-Alpi*; e vi uccise *nove* persone, e ne ferì *ottantadue*. Il Curato di *Moutiers* era fra questi ultimi. Ei fu ammucchiato con gli altri tutto tramortito; la sua cotta era andata in fiamme; si riebbe dopo due ore dall'accaduto, e disse, ch'egli non avea udito nulla, e non sapea nulla di ciò che s'era passato.

Il signor *Rockwell*, colpito dal fulmine in agosto 1821, non avea *veduto* il *lampo*, nè udito il rumore.

Un operaio, *H.-N. Reeves*, che lavorava, in giugno 1829, sul campanile di *Salisbury*, cadde senza sentimento, dopo un violento colpo di fulmine. Come si fu riavuto disse, ch'*egli non avea veduto affatto il lampo* nel momento della sua caduta.

De' mezzi con che si è creduto di mettere gli edificj in salvo da' fulmini.

Columella riferisce che *Tarchon* credeva d'essersi messo del tutto in salvo da' fulmini, circondando la sua abitazione di *vigne bianche*.

Quasi due mila anni di esperienze non ci han dato nulla, quanto alle vigne bianche, che possa giustificare il pensiero di *Tarchon* (1).

---

(1) Nel mezzo giorno di Europa, e sopratutto in Italia, allorchè i coltivatori veggono un tralcio di vite dove le foglie e i frutti sono del tutto disseccati, essi dicon sempre che questo è effetto d' un lampo.

Nel XV secolo, si *piantava una spada nuda sull' albero maestro d' ogni vascello, per allontanare il fulmine. S. Bernardino di Siena* che ci ha conservato la memoria di questo costume, credeva che fosse un pregiudizio.

(Laboissière, Accad. del Gard, 1822).

Ora vedremo ciò che bisogna aggiugnere alla spada perchè potesse produrre buoni effetti.

Il fulmine, *tutte le altre circostanze essendo le stesse*, colpisce innanzi tutto i luoghi elevati.

Si è creduto poter inferire da questo fatto incontrastabile, che un *oggetto* qualunque è sempre difeso da un altro più alto e posto in luogo vicino; che una casa, per esempio, non ha nulla a temere dal fulmine quando è circondata da campanili; ma non si è riflettuto che certe circostanze specifiche, visibili o nascoste che sieno, possono valer più che le influenze d' un' altezza maggiore. I fatti giustificano quest' obbiezione.

Il 15 marzo 1773, il fulmine cadde a Napoli sulla casa abitata da Lord Tilney, quantunque questa casa *fosse dominata per tutt' i lati, a quattro o cinquecento passi di distanza*, dalle cupole e dalle torri d' un gran numero di chiese. Aggiungiamo che queste cupole e queste torri erano allora bagnate da una pioggia dirotta.

Si potrebbero citare cento esempli di operai uccisi dal fulmine, precisamente a fianco di mucchj di fieno e monti di covoni di frumento, ch'e-

rano due e tre volte più alto di costoro, e che non furono colpiti (1).

E egli vero che certi alberi, che dominano una casa a piccole distanze, la mettono in tutto in salvo da' fulmini, siccome pretendono molti fisici?

Se vogliamo stare alla testimonianza di coloro che percorron grandi estensioni di foreste, pei bisogni del carradore e del falegname, gli alberi sono colpiti dal fulmine assai più frequentemente che non può immaginarsi. E allorchè si segano, e se ne fanno panconi e tavole, vi si veggono molte fessure, che evidentemente sono state cagionate dal fulmine.

Quest' osservazione si accorda con un' altra che il sig. *Tristan* ha ricavata dall' osservazione di 64 tempeste distinte e accompagnate da gragnuola, che, nello spazio di 26 anni (dal 1 gennaio 1811 al 1 gennaio 1827), produssero gravi danni in diversi punti del dipartimento di *Loiret*, vicino la foresta d' *Orlèans*. *Tristan* ha riconosciuto che una tempesta, passando sopra una vasta foresta, s' indebolisce notabilmente.

---

(1) Le pietre di fulmine erano una volta considerate come capaci di allontanare gli effetti distruttori della meteora. Ed ei bastava dal bel principio d' una tempesta, fare tre colpi con una di queste pietre sopra tutte le facciate di qualunque abitazione; fatto ciò non s' avea nulla a temere. E non sarebbe mestieri di andar molto lontano per trovare in vita, pure ai tempi nostri, quest' assurda pratica. Un pregiudizio che accompagna ed aiuta la paura, non manca mai d' una lunga durata.

Dopo queste osservazioni pare incontrastabile, che gli alberi tolgano dalle nuvole tempestose una parte considerevole della materia elettrica di cui esse son cariche. Si può dunque considerarli come un mezzo d'indebolire la gravezza dei colpi fulminanti; ma questo è andare al di là dei limiti dell'osservazione, dando loro assolutamente la forza di difenderci dal fulmine.

Del resto, ecco alcuni fatti che mostreranno quanto i miei dubbj sieno fondati.

Il 2 settembre 1616, cadde il fulmine a *Conway* (*Massachussets*) sull'abitazione di *John William*, e vi cagionò gravi danni. Intanto v'avea intorno de' *pioppi d' Italia* di 60 a 70 piedi inglesi d' altezza, le cui cime oltrepassavano il tetto dell' edifizio di 30 a 40 piedi. Uno de'pioppi non era che a 6 piedi di distanza dal punto dove il fulmine penetrò nella fabbrica; e niuno di questi alberi fu colpito.

Se vuolsi un' altra pruova dell' insufficienza degli alberi come parafulmini, o come mezzo di sicurezza per le abitazioni ch' essi circondano; io la troverò ne' particolari di quel fulmine che, il 17 agosto 1789, colpì la casa di *Tommaso Leiper*, vicino *Chester*, negli *Stati-Uniti*. Questi particolari io li ho tolti da una Memoria publicata nel 1790 dal celebre *Davide Rittenhouse*.

La casa di Leiper in basso è rafforzata da un alto terrazzo. Nella *direzione dell'Ovest*, il suolo, alla breve distanza d' una ventina di metri, è ad un' altezza maggiore della sommità della casa. Sopra questa terrazzo v' avea d' altra parte un viale di grandi quercie. La tempesta veniva

dall' ovest, ed innanzi di trovarsi nella verticale della casa, avea dovuto passare sopra di quegli alberi, ch' erano assai più alti del tetto e de' cammini. Intanto tutto ciò riuscì senza effetto: gli alberi rimasero intatti, e la casa fu fulminata (1).

De' mezzi con che si è creduto di potere difendere dal fulmine e delle città intere *ed ancora de' paesi molto vasti.*

Ctesia di Gnido, uno de' compagni di *Senofonte*, narra in un luogo che ci è stato conservato da *Fozio*, ch' egli avea ricevuto due *spade*, una dalle mani di *Parisati*, madre d' *Artaserse*, e l' altra dalle mani del re medesimo. « E poi aggiugne:
» se si *piantano in terra*, *con la punta in alto*,
» esse *allontano le nubi*, la *gragnuola* e le *tem-*
» *peste*. Il *Re*, egli *segue* a dire, ne fece sperien-
» za d' innanzi a me, con rischio e pericolo suo
» proprio. »

Ma questo luogo, curiosissimo senza alcun dubbio, ha tutta quell' importanza che gli si vuol dare? Oggi è stabilito, io non dirò una corta spada, ma che neppure una verga metallica sottile,

(1) Appresso noi faremo di spiegare teoreticamente quest' anomalia, d' un modo che sia sodisfacente, ricordando che la collina coperta di alberi è una rocca arida e secca con sopra solo pochi pollici di terra, che la casa era quasi circondata d'acqua, che avea due parafulmini co' lori accessori, e che molte grondaie di metallo andavano dal tetto ai fondamenti.

appuntata, posta sul tetto d'un edifizio, non *allontana* le *nubi*. E in questo può ben dubitarsi che i Persiani non si sieno ingannati; almeno la loro opinione evidentemente non era fondata sopra pruove certe. Veduto ciò, non dee forse suppor- si che il medico d'Artaserse non avesse a questo modo che ripetuta una congettura avventurata, senza che v'abbia nulla di sodo, allorchè egli dava alla sua spada il potere di allontanare le tempeste?

In ogni caso (e non sarebbe questa la prima volta in cui la verità sia stata combattuta) bisognerebbe maravigliarsi come l'esperienza delle due lame di spada fosse stata non veduta, allorchè nel capitolo, dove è allegata, *Ctesia* fa menzione, con la stessa asseveranza, d'una fontana di 16 cubiti di circonferenza, sopra un'*orgia* di profondità, che si riempiva ogni anno d'un *oro liquido*, allorchè aggiunge, che pure ogni anno egli riempiva cento brocche di quest'oro. Queste brocche, ei dice, debbon essere di terra perchè l'oro *giungendo* ad *indurirsi*, è necessario spezzarle per tirarnelo fuora.

Ai tempi di Carlo Magno, si avea il costume d'*alzare lunghe pertiche* in *mezzo* ai *campi*, *per allontanare* la *gragnuola* e le *tempeste*. Ora dobbiam noi dire che senza di ciò i ciechi ammiratori degli antichi troverebbero in questa citazione una chiara pruova dell'antichità de' parafulmini di *Franklin*; che le pertiche erano senz'alcun potere, se non aveano in cima de' *pezzi* di *carta*? Queste carte o pergamene senza dubbio doveano essere coverte di caratteri magici, poichè Carlo

Magno, proscrivendo quest' uso con un capitolare dell' anno 789 disse ch' era superstizioso.

Effetti de' grandi fuochi incesi in mezzo all' aria.

Alcune esperienze di fisica, di cui un' analisi speciale avrà luogo in un altro lavoro che potrà seguire a questo, han fatto supporre che de' grandi fuochi togliessero alle nuvole la magggior parte della materia elettrica che esse trasportano. Così questi fuochi diverrebbero (e tale è l' opinione di *Volta*) il miglior mezzo come prevenire le tempeste o farle meno temere. Vediamo ora se queste congetture sono fondate sull'esperienza.

Io tralascio interamente quell' idea bizzarra, che i sacrificj fatti a Cielo aperto dagli Antichi, che le fiamme sfavillanti sugli altari, e le nere colonne di fumo che s'innalzavano in mezzo all'aria; che tutti, in somma i particolari di quelle cerimonie, che avean per fine, secondo il volgo di disarmare il braccio fulminante di Giove, fossero delle semplici esperienze di fisica, di cui i. soli sacerdoti aveano il secreto, e che nel fondo non aveano altro scopo che d'indebolire, o allentare gradatamente, o far cessare le tempeste. Ciò che ora io passo a riferire è molto meno favoloso. Ecco un fatto che io debbo al mio amico *Matteucci.*

V' ha presso *Cesena*, nella *Romagna*, una parrocchia di 5 a 6 miglia di circoferenza, in tutta l'estensione della quale, dietro ai consigli del *Curato*, i paesani mettono di cinquanta a cinquanta

piedi de' cumoli di paglia o di legno leggero. Quando una tempesta si avvicina tutti questi monticelli di paglia s'incendono. Sono tre anni che si è introdotto questo costume, e da tre anni la parrocchia non ha avuto tempeste, nè gragnuola, mentre prima ne andava soggetta in tutti gli anni, e specialmente ne' tre ultimi la meteora ha guastato le parrocchie vicine.

Tre anni non sono uno spazio di tempo molto lungo, onde posssa dirsi alcuna cosa deffinitivamente sul potere che i grandi fuochi hanno di preservarci dalla meteora. Del resto seguitando così le cose, noi non lasceremo di fare a tutti manifesti i risultamenti che potremo ricavarne.

Allorchè nell' *Elogio* di *Volta*, ora sono sette anni, io richiamai alla memoria le idee di questo eccellente fisico sull' utilità che de' grandi fuochi potrebbero arrecare durante le tempeste, » io immaginava che a questo proposito avreb- » bero potuto ottenersi cognizioni tali che in- » cuorassero gli altri, se si fossero paragonate » le osservazioni meteorologiche delle contee » dell' Inghilterra che tanti fornelli ed usine » trasformano notte e giorno in oceani di fuoco, » a quelle delle contee agricole circostanti. »

La comparazione è stata fatta, come può vedersi alla pagina 163 e seg. Le regioni agricole sensibilmente contano più tempeste delle regioni dove v' ha delle mine; e pure io non penso che oggi la quistione sia giunta al suo termine. I fornelli abbondano in Inghilterra per tutto dove trovansi molte mine metalliche; ma la rarità delle tempeste può bene in questi luoghi esser cagio-

nata dalla *natura del suolo*, anzi che dall' azione de' grandi fuochi che si richiedono per trattare le miniere. Nel 1831 io non avea risguardato la difficoltà per tutt' i suoi lati.

Nell' esperienza che anche oggi seguita a farsi vicino *Cesena*; in quelle del *Cornouailles* di cui testè ho parlato, si vuol valutare l' *effetto simultaneo* d' un *gran numero di fuochi*. Quanto ad un fuoco unico, grande che sia, io credo che noi giugneremo a provare che la sua azione non è solo indiritta a spogliare della loro materia fulminante le nuvole più vicine e quelle che sono in direzione verticale.

Richiamiamo alla memoria il fatto del 1.° luglio 1810, nel principio della strada del *Monte-Bianco*, all' albergo *Montesson* occupato dal principe *Schwart-Zemberg*. E questo fu il giorno ed il luogo della festa data dall' ambasciatore d' Austria a *Napoleone* e *Maria Luisa*.

Nel mezzo della notte un' immensa sala di ballo fu incesa. Le vaste colonne di fiamme, che i pompieri non giunsero a spegnere, non impedirono che la notte non accadesse una spaventevole tempesta. I lampi si succedeano l' uno all' altro con una rapidità terribile e coprivano il Cielo; il tuono cadeva senza interruzione; ed infine torrenti di pioggia spensero gli ultimi tizzoni.

Dello scoppio del cannone considerato come mezzo a dissipare le tempeste.

I navigatori pare che sieno molto generalmente persuasi che il rumore dell' artiglieria dissipa le nuvole tempestose, e pure le nuvole d' ogni sorta; ma essi citano pochi fatti autentici per sostenere la loro opinione. Ciò che ho raccolto di più preciso sopra un obbietto così degno di studio, si trova nelle *Memorie del Conte Forbin*, pubblicate per la prima volta nel 1729.

» Nel soggiorno che noi facemmo, dice que-
» st' intrepido navigante, sopra queste coste
» (le coste vicino *Cartagena delle Indie*) si for-
» mavano ogni giorno, dopo le quattro ore del-
» la sera, delle tempeste solcate da lampi, i qua-
» li, seguiti da tuoni spaventevoli, portavano
» sempre qualche danno nella Città dove anda-
» vano a scaricarsi. Il *Conte* d' Estrée, a cui que-
» ste coste non erano sconosciute, e 'l quale, nei
» diversi suoi viaggi per l' America, s' era vedu-
» to più d' una volta in faccia a questa sorta di
» uragani, avea trovato il segreto di dissiparli
» *tirando de' colpi di cannone*. Di questo suo
» rimedio ordinario si servì pure questa volta;
» di che essendosi gli spagnuoli accorti, ed aven-
» do osservato che dopo il secondo o il terzo col-
» po la tempesta era del tutto sparita, colpiti da
» questo prodigio, e non sapendo di che fosse
» effetto, mostrarono una certa maraviglia e
» spavento insieme, ec. »

Nei diversi paesi gli agricoltori, incuorati dal-

l'opinione degli uomini di guerra, ricorrono allo scoppio del cannone allorchè credono che qualche tempesta li minacci, e sopratutto una tempesta di gragnuola. Ora questo uso in quale epoca è nato? Io non saprei determinarlo con esattezza; ma tutto mi fa pensare che non dee essere antichissimo. Nella prima Enciclopedia, pubblicata nel 1760, io lessi nell'articolo sulla *tempesta* fatto dal sig. *Jaucourt*: « Noi più d'una
» volta abbiam sentito narrare da' nostri mili-
» tari, che lo scoppio del cannone dissipa le
» tempeste, e che mai non si vede la gragnuola
» nelle Città assediate. Questo effetto del can-
» none non mi pare che sia fuori d'ogni verosi-
» miglianza. E poi qual male può venire facen-
» done un saggio? un quintale di polvere, le
» spese di trasporto di alcuni pezzi di cannone,
» che affatto non si altererebbero dopo usati a
» questo modo. E forse col mezzo di questa spe-
» cie di movimento d'ondulazione, che verreb-
» be a mettersi nell'aria con lo scoppio di mol-
» ti cannoni tirati gli uni dopo gli altri, potreb-
» bero scuotersi, smembrarsi, dispendersi le
» nuvole che cominciano a fermentare. »

Di quì può vedersi chiaramente, che nel 1765 l'uso de' cannoni o de' *mortaretti* a fine di dissipare le tempeste, non si era posto ancora in pratica, e che gli autori lo consigliavano più per le importanti esperienze a cui dava mano; ma nel 1769 si avea già fatto un altro passo di più. Difatti io trovo nel tomo VIII dell'*Istoria dell'aria e delle Meteore*, che in maggio 1769, il *conte* di Chamb, nella Baviera, soffrì delle violenti

tempeste; che le campagne furono tutte rovina-
» te, tranne quelle dove gli abitanti, ai primi
» colpi di tuono che furono uditi, usarono di
» molte scariche di mortaretti e di piccoli can-
» noni. »

E verso lo stesso anno 1769, il marchese di *Chevriers*, antico officiale di marina, ridotto nella sua terra di *Vaurenard* (Mâconnais), immaginò di combattere contro il flagello della gragnuola a quel modo stesso con cui, secondo che egli credeva, avea veduto nel mare dissiparsi le nuvole tempestose, cioè con l' aiuto degli scoppj dell' artiglieria. E a questo proposito consumava ogni anno da due a trecento libbre di polvere di mina.

Il marchese di *Chevriers* morì, al principio della rivoluzione; ma gli abitanti del suo territorio, persuasi della utilità ch' egli avea posto in opera, seguitarono ad imitarlo. Io trovo in una memoria fatta sopra luogo dal sig. *Leschevin*, capo commissario delle polveri e del nitro, che nel 1806 i mortaretti ed i cannoni erano in uso nei comuni di *Vaurenard*, *d' Iger*, *d' Azè*, *di Romanèche*, *di Julnat*, *di Torrins*, *di Pouilly*, *di Fleury*, *di Saint-Sorlin*, *di Viviers*, *de' Bouteaux*, ec. Il Comune di *Fleury* si serviva d' un mortaretto che conteneva una libbra di polvere ogni volta; gli altri usavano de' mortaretti più o meno larghi: queste scariche ordinariamente si faceano su' monti. Il consumo di polvere di mina, quanto a questo, era di 4 a 500 chilogrammi ogni anno.

L' esperienza del Marchese di *Chevriers* non fu

solo seguitata nel Mâconnais. E non ha guari un marinaio de' dintorni di *Blois* mi diceva che nel suo comune si tirano ancora de' mortaretti, come veggono che le tempeste si avvicinano; e volea sapere se la scienza era giunta a rifermare questo costume; il che inchiudeva ancora che l'uso non ne avesse compiutamente mostrata l'efficacia.

Il metodo de' *Mâconnais* o de' *Bavaresi* di dissipare le tempeste, è fondato sopra un' opinione de' naviganti e sull' osservazione unica raccolta in riva di *Cartagena delle Indie*; ma in meteorologia l'esperienze di alcuni giorni non pare che possano essere fondamento a generali conclusioni. E ricercando nella mia memoria se vi fosse alcuna cosa la quale potesse sostenere l'opinione di Forbin, quanto a questo, io non ne ho trovato che una la quale è interamente contraria, e quello ch'è più notabile si è che han parte in questo fatto e un Ammiraglio de' tempi di Luigi XIV, e pure le coste Orientali dell' America.

Ora richiamiamo alla memoria il mese di settembre 1711, e noi troveremo la flotta di *Dugnay-Trouin* in faccia a *Rio-Janeiro*. Questa flotta composta de' vascelli il *Giglio, il Magnanimo, il Brillante, l' Achille, il Glorioso, il Marte*; delle fregate *l' Argonauta, l' Amazone, la Bellona*, l' *Aquila*; e di molti navigli di minore grandezza, spenderà tutta la giornata del 12 per potere prender la costa difesa dalla formidabile artiglieria d'un gran numero di forti, di quattro vascelli, e di tre fregate. Tutto il tempo dal 12 al 29 sarà, di giorno come di notte, un continuo combattimento di moschetteria ed artiglieria.

Dei galioti lanceranno delle bombe; i Portoghesi metteranno fuoco a molti fornelli di mine; e faranno *saltare gran numero de' loro vascelli*, ed incenderanno molti magazzini, ec. Infine, il 20, giorno in cui la piazza si renderà, due vascelli di *Dugnay Trouin*, il Brillante e 'l Marte; la batteria dell' isola di Chèvres composta di cinque mortaj e di diciotto pezzi di 24, faranno un fuoco continuo che distruggerà una parte dei ripari della Città; la notte, il signale dato dal Capitano sarà seguito da un fuoco generale delle batterie e de' vascelli, e ciò non *impedirà* che scoppii una tempesta accompagnata, come dice *Dugnay-Trouin*, *da rumori raddoppiati d' un tuono spaventevole*, e da lampi che si succederanno gli *uni agli altri quasi senz' alcuno intervallo*.

Ecco un' esperienza nella quale si trovan certo riunite tutte le condizioni che posson desiderarsi per un buon effetto; e intanto mille e mille scoppj assai più intensi di quelli de' piccoli cannoni, de' piccoli mortaretti del Mâconnais, non *impedirono che la tempesta si formasse*, e formata non *la dissiparono*.

Ma se *un sol fatto*, quello che ho tolto da *Forbin*, non è sembrato bastante a dimostrare che certi scoppj possono dissipare le tempeste, certo non potrà vedersi nel fatto isolato, che io ho ricavato dalle memorie di *Dugnay-Trouin*, la pruova della tesi inversa. Colui che avesse alle mani gli annali con tutt'i particolari delle ultime guerre, senza dubbio vi troverebbe gran numero di documenti per rischiarare la quistione che noi testè

abbiamo discussa. Io ne riferirò due che ora mi tornano alla memoria, con la speranza ch' essi muoveranno gli altri a far citazioni di simil natura.

Il 25 agosto 1806 (questo era il giorno scelto per l'attacco dell' isola e del forte di *Dannholm*, vicino *Stralsund*) il generale *Fririon*, a fine di tenere in moto e stancare la guarnigione svedese, fece che tirasse cannoni tutta la giornata. Non ostante queste vive e continue scariche d'artiglieria, scoppiò una violenta tempesta, dopo le 9 ore della sera.

Per un incontro singolare, il *Duke*, vascello inglese di 90, fu colpito dal fulmine *mentre tirava cannoni contro una batteria della Martinica.*

Ecco, infine, il risultamento d'un piccol lavoro che, per mancanza di esperienze più dirette, potrà parere non al tutto privo d' importanza.

V' ha nel bosco di *Vincennes*, a due leghe lontano dall'*ossorvatorio di Parigi*, un poligono dove si esercita l'artiglieria in certi mesi dell'anno. Questo poligono è armato di otto cannoni di assedio tirati con catene; di 4 cannoni d' assedio tirati a riscossa, di 6 mortaj, ed infine d'una batteria mobile di 6 pezzi. Gli esercizj cadevano in certi giorni della settimana da 7 a 10 ore del mattino. Il numero de' colpi che si tiravano ogni giorno era di circa 150. Siccome il loro rimbombo era pure fortissimo nell' osservatorio di Parigi, a me pare che se ciò esercita sull' atmosfera quell' influenza che si vuole da molte persone, il Cielo dee essere più *raramente coverto* ne' giorni d' esercizio, in cui si spara, che negli altri

giorni della settimana. Questa è l'idea che io ho sottoposta ad una minuta discussione.

Il General *Duchan*, comandante della Scuola di *Vincennes*, accogliendo una preghiera mia ha voluto fare il conto di tutt' i giorni in cui v'è stato esercizio di Artiglieria, dal 1816 al 1835. La somma di tutti questi giorni si è trovata di 662.

I registri meteorologici dell' Osservatorio han dato, per ognuno di questi 662 giorni di scuola, lo stato del Cielo a 9ore del mattino: e per 158 giorni, a 9ore, il cielo era interamente rannuvolato. Ora *senza il tiro del cannone, questo numero sarebbe forse più grande?*

A me è sembrato di mettere la soluzione di questo problema fuori d'ogni quistione, facendo per ogni giorno di scuola, e per il giorno appresso, il registro meteorologico di cui testè ho parlato, e prendendo un medio fra' due numeri per lo stato normale meteorologico de' giorni di scuola, ossia per quello stato in cui il rumore dell' artiglieria non ha avuto alcuna possibile influenza.

I risultamenti sono questi:

Fra le 662 vigilie de' giorni di scuola, 128 giorni rannuvolati.

Fra' 662 giorni di scuola, 158 giorni rannuvolati.

Fra' 662 giorni appresso a quelli di scuola, 164 giorni rannuvolati.

Un numero medio tra 146 e 128 o 137 è tanto inferiore a 158, che saremmo tentati d' inferirne che in luogo di dissipare e di allontanare le

nuvole, il fracasso dell' artiglieria le condensa e le arresta; ma io so bene che i numeri su' quali ho operato non sono tanti che possano farmi giugnere a quest' ultima conseguenza. Io mi limiterò soltanto a dire, che rispetto alle nuvole ordinarie, lo scoppio de' più forti cannoni pare che sia senz' alcun effetto.

Ed eccoci ad un problema che pare che richieda nuove ricerche. Ed io non so che raccomandarmi ai Generali Comandanti delle nostre scuole d' artiglieria. Le osservazioni sullo stato del Cielo, raccolte nel poligono stesso nel momento dello sparo, avranno un gran pregio. Quelle fatte ad una a due leghe di distanza non lascerebbero contenti gli uomini schifiltosi. Si potrebbe temere che al luogo delle osservazioni meteorologiche l' atmosfera non divenisse per un caso particolare rannuvolata, dietro a quel ricacciarsi delle nuvole che senza il tiro resterebbero al zenit del poligono; ma in ogni caso non potrà farsi a meno di unire alle osservazioni di ogni giorno di scuola, le altre della vigilia, e del giorno che segue, fatte con molta esattezza, tutte alla stessa ora. Se si volessero solo notare i mutamenti di tempo in tutta la durata del tiro, evidentemente si correrebbe il rischio di attribuire agli scoppj dell' artiglierie, il cambiamento nello stato del Cielo, che quasi ogni mattina si manifesta siccome il sole s' innalza sull' orizzonte (1).

(1) Ne' 665 giorni di scuola di *Vincennes*, si sono contati come giorni perfettamente sereni.

Tra le vigilie delle scuole	83
— giorni di scuola	84
— giorni seguenti	80

Nelle ore di tempesta è egli utile di suonar le campane?

Io passo ad esaminare questa importante quistione, senza tener conto affatto delle decisioni diffinitive di certi sapienti magistrati (1), ma privi di quel giudizio che dee far pensare che le credenze generalmente sparse non potrebbero essere senza alcun sodo fondamento.

E dall'opinione che noi ora abbiamo discussa, secondo la quale lo scoppio dell' artiglieria dovrebbe lacerare le nuvole, sminuzzarle, distruggerle o trasformare rapidamente il Cielo più tempestoso in un cielo azzurro, si passa di leggieri al rimbombo prolungato d' una grossa campana. Ma è stato questo l' ordine dell' idee che ci ha condotto a mettere le campane in movimento, con la speranza di dissipare così le tempeste? Io oserei tanto meno di affermarlo in quanto qualche

(1) Nel 1747, l' Accademia delle Scienze considerava pure come « un fatto pericoloso suonar le campane o eccitare qual-
» che grave scuotimento nell' aria, allorchè si sta sotto alla
» tempesta. »

(Histoire de l' Academie, 1747, p. 25.)

Una decisione del Parlamento in data de' 21 maggio 1784, ratificò un' ordinanza del baliaggio di Langres, che proibiva espressamente di suonar le campane quando tuona. Due anni innanzi si era fatta una proibizione simile nel *Palatinato*, dall'Elettore *Carlo-Teodoro* Potrebbero pure citarsi delle Diocesi nelle quali quest' uso è stato proscritto.

erudito forse scoprirà che l'uso di suonar le campane è anteriore all'invenzione della polvere. Ed io penso, che noi non ci troveremmo più nel vero, se volessimo trovare l'origine di quest'uso singolare in certe considerazioni religiose.

Le campane sono sempre benedette con gran pompa, quando sono situate nel lor luogo. Ecco un estratto delle orazioni che, secondo il rito di Parigi, si fanno udire nelle Chiese in tutte queste cerimonie.

» Benedite, o mio Dio, ec. . . . e che tutte
» le volte ch' essa suonerà, allontani le influenze
» maligne degli spiriti tentatori, l'oscurità del-
» le loro apparizioni, l'arrivo *de' turbini*, *i*
» *colpi de' fulmini*, *i danni de' tuoni*, *le rovine*
» *degli uragani e tutti gli spiriti delle tempe-*
» *ste*, ec.

» O Dio, che pe' prodigj di Moisè ec. . . .
» possano così essere allontanati gli agguati del
» nostro nemico, *il fracasso della gragnuola*, *la*
» *tempesta de' turbini di vento e la furia degli u-*
» *ragani*; i disastrosi tuoni perdano la loro vio-
» lenza ec. . .

» O Dio Onnipotente ed eterno, ec. . . . .
» Fate che il suono di questa campana disperda
» ogn' incendio destato dal nemico degli uomini,
» *i colpi del fulmine*, *la caduta rapida delle*
» *pietre*, *le rovine delle tempeste*, ec. . .

La cagione tutta religiosa, che noi abbiamo assegnata all'uso di suonar le campane in ore di tempesta, forse non è la sola che possa esser citata. E non sarebbe una seconda cagione, non meno potente, quel bisogno che tanti uomini han

sempre sentito di *stordirsi col rumore* quando essi aveano paura? Vedete il poltrone nell' oscurità; egli canta: vedete una Città in preda alla guerra civile; quivi si suona la campana a stormo più di quello che sarebbe necessario come segnale, come avviso.

I popoli selvaggi, in tutte le regioni del globo, fanno pure de' clamori che assordano per far cessare l' ecclissi del Sole, o della luna, da cui sono spaventati. (1)

---

(1) Ei bisogna confessare che prendendo così il rumore come una specia di *panacea*, si è giunto ad una scoverta singolare, che io metterò qui senz' alcuna difficoltà, non ostante il poco legame che ha con la quistione del tuono, e basterà per iscusarmi una certa utilità che può ricavarsene.

Tommaso Gage riferisce ne' suoi Viaggi, che i popoli d' America aveano ricorso a forti rumori per allontanare un flagello apparentemente meno terribile del fulmine, ma in fatto assai più distruttore.

Verso la metà del secolo ultimo, Gage si trova a *Mixco*, luogo di Tribunale di *Guatimala*, allorchè una densa nuvola di locuste piombò sopra di questo paese, e minacciò una grande rovina. In luogo di usare contro quest' insetti i mezzi intrigati e pochissimo efficaci a cui nel mezzo giorno della Francia si ha avuto qualche volta ricorso, i Magistrati fecero che gli abitanti prendessero de' tamburri, delle trombe, de' corni, ec., e tutto il popolo si avanzò verso quel territorio ingombrato da quest' insetti, riempiendo l' aria del fracasso di questi diversi strumenti. Il rumore bastò per cacciar via le locuste. A questo modo esse furono spinte fino al mare del Sud, dove trovaron la morte.

Questo mezzo di allontanare le locuste è ancora posto in uso nella *Vallachia*, nella *Moldavia*, nella Transilvania (*Transactions philosop.*, p. 1749). Ora sono pochi anni e ui-

Io toglierò da un antico volume delle *Memorie* dell'*Accademia delle Scienze*, ciò che può dirsi di più particolare, quanto ai fatti, sul pericolo che può aversi suonando le campane durante le tempeste.

Nella notte dal 14 al 15 aprile 1718, in quel tratto di terra ch'è fra *Landerneau e St.-Pol-de-Leon*, in Brettagna, il fulmine cadde sopra 24 chiese, *e precisamente*, dice Fontenelle, *sopra quelle dove si suonavan le campane per allontanarlo.* Il sig. *Deslandes*, che comunicò tutti questi particolari all' Accademia, aggiungeva: *alcune chiese vicine dove non si suonava affatto furono rispettate.*

L' osservazione è stata riferita d'un modo troppo magro e conciso. Le tempeste portano

---

gliaia di quest'insetti avendo ingombrato la *Bessarabia*, il governatore militare della provincia richiese un gran numero di paesani e di soldati, e dati loro degli strumenti di rame, de' tamburri, delle trombe ordinarie, e delle trombe marine, ec. li spinse a perseguire quest'animale distruttore. Il governatore avea avuto in mente di far capitano di tutta questa gente il celebre poeta e favolista russo *Pouschkin*, allora esiliato a *Kichenoff*, ma il poeta non accettò quest' onore: egli volea far parlare le bestie, ma non ucciderle.

Questi effetti d' un intentissimo rumore, osservati sulle locuste, avrebbero infinitamente maggior pregio di quello che gli storici delle crociate han voluto richiamarci alla memoria narrando che all' assedio di *Ptolemaide* (*S. Giov. d' Acri*) l'armata de' cristiani facea cadere assai da alto, co' *suoi clamori*, i colombi messaggeri che, secondo il costume orientale, portavano avvisi alle truppe musulmane assediate.

danni qualchevolta in lunghe zone di terra *ristrettissime*; non fu così nella Brettagna? Le chiese risparmiate non si trovaron esse fuori della direzione percorsa dalle nuvole tempestose? Ne' campanili dove si suonava, la morte o le gravi ferite de' suonatori riconfermarono senz'alcun dubbio la caduta della meteora; negli altri, essendosi il danno ridotto a leggere fessure ne' muri, o alla caduta di rimasugli di fabbrica, bisogna maravigliarsi che quella caduta punto non sia stata osservata? E poi quali erano, comparativamente, le altezze de' campanili fulminati e degli altri non fulminati? ec.

Con tutte queste incertezze, l' osservazione del sig. Deslandes, dobbiam confessarlo, non ha la forma d' una vera dimostrazione, sicchè la scienza non può registrare l' ultima conseguenza che se n' è ricavata, se non come cosa semplicemente probabile (1).

In agosto 1769, dalla caduta del fulmine sul campanile di *Passy*, mentre ancora non si era cessato di suonare, si trasse argomento contro l' uso di suonare la campane a stormo, mentre

(1) I numerosi e gravi danni del 15 aprile 1718 non alterarono affatto le credenze degli abitanti della bassa-Brettagna intorno alle campane: il 15 aprile 1718 era il venerdì santo; quel giorno le campane non debbono suonare; ora bisognava maravigliarsi, se si dice, che coloro che suonarono le campane a stormo, infransero uno de' precetti della Chiesa, e ne furono puniti?

cade il fulmine; ma, verificata ogni cosa, fu riconosciuto che in tutta la lunga durata della tempesta non si suonava con meno ardore ad *Auteuil* ed a *Chaillot*, e intanto i campanili di questi due comuni, fra' quali era il campanile fulminato di *Passy*, non ebbero alcun danno (1).

---

(1) Nel 1781, l'abate *Needham* di *Bruxelles*, credè aver dimostrato con esperienze di gabinetto, che il suono delle campane non ha alcun effetto, e non cagiona nè bene, nè male. Una discussione speciale di questo lavoro troverà luogo conveniente in un altro discorso dove esaminerò tutte le analogie tra 'l fulmine e l'elettricità. Ora io dirò alcune cose innanzi, affinchè il lettore possa vedere il problema per tutt' i suoi aspetti.

Il Sig. *Needham* fece costruire un picceolo campanile di leno, di 3 piedi d' altezza, dove sospese una campana di 5 1/2 pollici di diametro, capace d' essere suonata a stormo per mezzo di una manovella. In cima al campanile v' era un globo metallico la cui comunicazione col suolo, o, come dicesi ne' trattati di fisica, *serbatoio comune*, era stabilita convenientemente. Questo globo fu posto in faccia ad un altro al tutto simile del conduttore d' una batteria elettrica caricata a sazietà. Quando la campana non suonava, la distanza dello scoppio, ossia la distanza alla quale la scintilla si slanciava dal globo del conduttore sopra quello del campanile era di 1/4 di pollice. Ebbene; i due globi essendo lontani d' 1/2 pollice, niuna scintilla, niuno scorso di materia elettrica fu visto in mezzo ad essi, quantunque la campana fosse suonata fortemente e rapidamente.

« Io risguardo quest' esperienza come deffinitiva » dice l' abate *Needham*. Vediamo ora se può muoversi qualche dubbio contro di essa.

Il Sig. *Needham* avendo successivamente operato quando i due globi erano ad 1/4 e ad 1/2 pollice lontani l'uno dall'altro, potea inferire da' suoi risultamenti, che il suono della

Ricapitolando diciamo, che nello stato attuale della Scienza non è *provato* che il suono delle campane rende i colpi di fulmine più imminenti, e più pericolosi, che neppure è *provato* che un gran rumore abbia mai fatto cadere il fulmine sugli edifizj, che, senza ciò, punto non sarebbero stati colpiti.

Non pertanto, ei bisogna raccomandare assai, che non si suonino le campane a stormo, per utilità de' suonatori. Il pericolo ch'essi corrono è proporzionatamente come quello degl' imprudenti, che nelle tempeste si ricoverano sotto ai grandi alberi. Il fulmine colpisce i corpi elevati, e sopratutto le sommità de' campanili; la fune di canape attaccata alla campana, ed ordinaria-

---

campana non accresceva di molto la facilità delle scariche elettriche, che affatto non rendeva *doppia* la distanza dello scoppio; ma per affermare assolutamente che il rumore non avea alcun effetto, io credo che avrebbe dovuto passare dalla distanza 174 a quella d' 172, non bruscamente, come fa l' osservatore di Bruxelles, ma per gradazioni insensibili.

Le piccole masse elettrizzate, i due globi di rame che Needham ponea di riscontro, erano l' uno e l' altro de *corpi solidi*. Nel' atmosfera, per contrario, noi vediamo delle nuvole ondeggianti che le vibrazioni dell' aria potrebbero molto modificare, quanto alla loro forma, per far cambiare sensibilmente la tensione elettrica da quella parte ch' è volta verso la terra. L' esperienza di Needham, nella sua applicazione possibile ai suoni nelle ore di tempesta, avrebbe avuto un gran pregio se ci avesse dato un risultamento positivo; ma con una risposta negativa a me pare che sia quasi senza valore in meteorologia.

mente pregna d' umidità, conduce la scarica fino alla mano del suonatore; e di quì tanti tristi accidenti (1). Notiamo quì, che se la fune, secca o umida che sia, non giunge fino a terra, come accade ordinariamente, la materia fulminante, giunta all'anello della sua estremità inferiore, certo potrebbe e in grandissima parte ritornare per la stessa via, risalire fino alla sommità del campanile e disperdersi nello spazio. Di quì si vede, che dalla mancanza d' ogni guasto nell'interno del campanile, non potrebbe inferirsi che un suonatore non avrebbe potuto quivi essere ucciso.

De' parafulmini moderni.

Dopo avere discorso così lungamente i diversi mezzi de' quali gli uomini in diversi tempi si sono serviti per potersi difendere dal fulmine, noi passiamo a trattare de' parafulmini de' nostri tempi, di quelli che ha immaginati *Franklin*, e 'l cui potere, qualunque cosa abbia potuto dirsi, non pare che possa mettersi in dubbio.

---

(1) Ai fatti citati alla pag. 234 aggiungerò quest' altro; perocchè delle citazioni simiglianti sono il miglior mezzo come guarire i suonatori di campane del loro pericoloso fanatismo.

Il 31 marzo 1768, essendo il fulmine caduto sul campanile di *Chabeuil*, vicino *Valenza* nel *Delfinato*, vi uccise due giovani che si erano colà riuniti per suonar le campane e ne ferì gravemente *nove*.

E questo potere noi faremo di rifermarlo co' ragionamenti e co' fatti, senza toglier nulla, almeno in questo punto, dalle teorie moderne dell' elettricità.

Tutte le altre cose essendo le stesse, il fulmine si dirigge specialmente sulle parti più elevate degli edificj. E però debbono in queste parti mettersi tutti quei mezzi, sia qualunque la loro natura, che possono preservarcene.

Rimaste tutte le altre cose uguali, il fulmine corre specialmente ai metalli. E allorchè una massa di metallo è sul punto più alto d'una casa, possiamo esser quasi certi che cadendo il fulmine andrà a colpir quella.

Il fulmine che ha penetrato in una massa metallica, non produce danni se non nel momento che se ne sprigiona, e intorno a quei punti pei quali esce. Una casa sarà dunque difesa, dal tetto ai fondamenti, se le verghe metalliche dal tetto si prolungano *senza interruzione* fino al suolo.

La terra *umida* dà alla materia elettrica, di cui si è impregnata una verga metallica, uno scorso facile, senza sforzi, senza scoppio, senza danni di sorta alcuna, allorchè questa verga è immersa nel suolo ad una certa profondità. Immergendo fino al *suolo sempre umido* la verga continua che già avea preservato da ogni danno la porzione esterna d'un edificio, questa difenderà pure i fondamenti, ed in generale tutte le parti sotterranee della fabbrica.

Quando sul tetto, o sulla sommità d'un edifizio, v' ha *molte masse* metalliche distinte le une

delle altre, è difficile e pure impossibile determinare quale di queste masse sarà specialmente fulminata; perocchè il punto di partenza delle nuvole tempestose, la direzione e la velocità della loro propagazione, non debbono, a molta vicinanza, essere senz' alcuna influenza. Per uscire di dubbio non si ha altro mezzo che unire tutte queste masse fra loro con aste di ferro, di rame, o con zone di piombo, di zinco, ec., per modo che ognuna di esse comunichi per mezzo di metalli con quella verga che serve a trasmettere il fulmine nel suolo umido, e che scende lungo uno de' muri verticali dell'edificio.

Ed eccoci giunti con la sola osservazione, senza alcuna teoria, ad un mezzo semplice, uniforme e ragionevole di difendere gli edificj, grandi e piccoli che sieno, dagli effetti del fulmine. Di quì ognuno può intendere come opera la verga metallica che scende fino a terra e vi si immerge più o meno profondamente, e può intendere perchè ha preso il nome di *conduttore*.

Senza lasciare quest'obbietto, noi ritorniamo per poco sulle cose dette, ma solo per esaminare alcune quistioni di quantità e di forma.

Ma a quali distanze i *pezzi di metallo* distribuiti sul tetto d'una casa debbon essere gli uni dagli altri, onde ci sia certezza che niun punto intermedio non sarà direttamente fulminato? Questa quistione non potrebbe risolversi assolutamente. Di fatti, è chiaro che più grande sarà la massa e la superficie di questo metallo, e più la sua sfera d'azione sarà estesa ed intensa. Può solo affermarsi, che stabilite le comunicazioni

che si richiedono tra le lame di piombo, di zinco, ec., che negli edificj costruiti diligentemente ricovrono quasi sempre le diagonali del tetto; tra' tubi metallici de' cammini; tra' correnti e i ramponi che servono ai conciatetti; tra le grondaie e i tubi onde si scaricano le acque; e che se, oltre a questo, tutti questi pezzi metallici si legano con un *conduttore conveniente*, si sarà fatto tutto quello che ogni prudenza potrà dimandare per difendersi dal fulmine.

Per *conduttore conveniente*, io intendo, da una parte, quello che s' immerge nel suolo fino al terreno umido, e dall'altra un conduttore molto massiccio, che possa trasmettere i più violenti colpi del fulmine senza fondersi.

Gli avversarj de' parafulmini han tratto gran partito, contro questi apparecchi, dall' ignoranza di oggi, e che forse durerà lungo tempo, toccando del massimo effetto che un colpo di fulmine può produrre, e quindi della massima dimensione che bisogna dare ai conduttori. La difficoltà, quantunque vera non ha nulla di sodo. Se la dimensione de' conduttori ci è venuta dall' esperienza, se quella che si è usata ha resistito ai più violenti colpi di fulmine che si sieno registrati da *tre* o *quattro secoli*, che può ragionevolmente dimandarsi di più? Di che dev' essere inquieto l' architetto allorchè fissa l' altezza e la larghezza degli archi d' un ponte, della volta d' un aquidotto, ec.? Rivegga gli annali della scienza, si tenga un poco al di sopra di quelle dimensioni che gli sono indicate da' più grandi sollevamenti, e dalle piogge più abbondanti che

si sieno mai osservate; a questo modo egli risale più che si può per tutt'i tempi più lontani, senza fermarsi sopra agli scompigli, alle rivoluzioni fisiche, ai cataclismi anteriori all' epoche storiche, di cui solo i geologi son giunti a vedere le tracce e valutare l'importanza. Dal costruttore di fulmini non potrebbe richiedersi maggiore attenzione e previdenza.

I parafulmini di oggi non si compongono solo di *conduttori* che comunicano immediatamente con certe masse metalliche, le quali, in ogni stato di cose, avrebbero formato una parte essenziale degli edificj, e sarebbero entrate necessariamente nella loro costruzione. Le masse metall che alle quali il conduttore mette capo, *sono delle verghe elevate*, situate a fine di preservarci dal fulmine sulla sommità degli edificj; ed ordinariamente terminano con punte inossidabili e molto sottili. Molti vantaggi si hanno a trarre da queste situazioni, da queste forme particolari. Facciamo di mostrarli chiaramente.

Supponiamo che il *conduttore* di uno di questi parafulmini formati, come abbiam detto di verghe metalliche elevate ed appuntate, sia spezzato in un punto qualunque, e che l'intervallo compreso fra queste due estremità vicine, possa come si vuole estendersi e restringersi. Nelle tempeste, questa *lacuna*, quest'*interruzione di continuità* del metallo diviene il luogo di curiosi fenomeni.

Date a questa lacuna un'ampiezza solo di due a tre millimetri, e in tutto il tempo che cadrà il fulmine sul vostro capo, voi vedrete in essa una

luce con un leggero sibilo. Se queste due estremità del conduttore saranno lontane di molti centimetri, la luce passerà dall'una all'altra ma non di un modo continuo; ed in luogo della fiamma continua vedrete de' getti istantanei di luce; ed in luogo de' leggeri sibili udirete degli scoppi bruciauti, siccome colpi di pistola (1).

In che consiste la materia che si slancia a questo modo dall' estremità superiore della lacuna del conduttore sull' estremità opposta?

La materia elettrica si sprigiona qualchevolta senza scoppio; e produce de' lumi continui (*Castore e Polluce*) la cui apparizione è solo accompagnata da un leggero sibilo. Accade il simigliante della materia che scorre a traverso la lacuna del conduttore.

Supponiamo un' improvvisa manifestazione di luce, e si udirà uno scoppio nella lacuna del

---

(1) Se delle sperienze fatte a questo proposito non avessero rifermato la realtà di questi fenomeni, li avrebbe discoverti il caso. Il sig. *Winn* capitano d'una fregata inglese, in questi ultimi tempi, ed in un' ora di tempesta, vide per caso che sul conduttore del suo parafulmine v' avea un' interruzione di circa un pollice; e per 2 ore 1/2 che durò la tempesta, questo vuoto restò coverto di scintille vive e quasi continue.

Gli antichi trattati di meteorologia facеano menzione d'un vascello inglese, il cui conduttore era pure rotto ed i marinaj per tre ore continue videro con ispavento un getto di fiamma coprire tutto lo spazio dove il metallo mancava.

conduttore, siccome il tuono scoppia in mezzo alle nuvole.

La materia del fulmine fonde i metalli. E la materia che traversa il conduttore liquefà ugualmente i fili dilicati che incontra nel suo passaggio.

La scintilla, che scappa dal conduttore, trasforma un miscuglio d'ossigeno e di azoto in acido nitrico. E noi abbiam veduto che il fulmine forma pure quest'acido traversando l'atmosfera.

Un colpo di fulmine magnetizza le inferrate d'acciaio; rafforza, distrugge o rovescia soventi volte i poli che queste inferrate aveano prima ricevuto co'mezzi ordinarj di magnetizzare. E tutto ciò può eseguirsi quando si vuole, con l'aiuto delle interrotte scintille del conduttore; i diversi effetti (rafforzamento o rovesciamento) dipendono esclusivamente dalla situazione dell'ago rispetto alla scintilla.

I colpi fulminanti uccidono gli uomini e gli animali. E quando le due estremità del conduttore sono lontanissime; quando la scintilla dee essere lunghissima e nel suo cammino esce di via, guai a colui che va a colpire; e allorchè la parte inferiore del conduttore è tolta, guai soprattutto a coloro che per la loro posizione possono tenerne il luogo e fare lo stesso ufficio (1).

---

(1) Ei non sarà fuori di proposito mettere quì una descrizione concisa di quel conduttore interrotto, a lato del quale il celebre fisico *Richmaun* fu ucciso a *Pietroburgo*, il 6 agosto 1753.

Tanti punti di rassomiglianza non lasciano a dubitare che la materia luminosa, sibilante, tuonante della lacuna del conduttore; che la materia capace di operare delle fusioni, e pro-

---

S' immaggini una bottiglia di vetro ordinario, il cui fondo sia forato, e a traverso della quale passi un' asta di *ferro* sostenuta da turaccioli di sughero.

Si adatti verticalmente questa bottiglia ad un foro fatto sul tetto d' una casa, per modo che l' estremità superiore dell' asta sorpassi d' un metro e mezzo la superficie del tetto e che l' estremità opposta sia come sospesa in mezzo all appartamento ch' è al disotto del tetto.

A questa estremità inferiore si attacchi una catena metallica. Questa catena si prolunghi fin là dove è il gabinetto del fisico, non già in linea retta, ma facendo molto rigiri, secondo il luogo. La catena in tutta la sua estensione, non tocchi affatto nè i muri nè la fabbrica. Per tutto dove sia necessario, si separi con pezzi di vetro o strati dei si di cera di Spagna. La catena scenda verticalmente dal mezzo della soffitta fino al gabinetto, a traverso d' una apertura a pareti di vetro.

Tutti questi particolari, e soprattutto l' uso delle materie isolanti, dovea avere ed ebbe di fatti questo risultamento, di concentrare la materia elettrica nell' apparecchio, d'impedire che s appasse per altra via che non fosse quella del conduttore di cui *Richmann* facea uso, e che da un tempo ad un altro accostava all' estremità della catena che prendeva a fine di farne uscire delle scintille.

Ebbene! il 6 agosto 1753, mentre che il dotto professore apparecchiava i suoi strumenti di osservazione una lingua di fuoco turchiniccia si distaccò dall' estremità della catena, cagionò uno scoppio simile a quello d' una pistola, e andò per diritto dov' era *Richmann*, percorrendo al più una distanza di 3 decimetri. *Richmann cadde quivi morto sotto il colpo*. Lo scultore *Soklosv* ch' era a fianco di lui cadde pure; ma poi si riebbe dopo uno stordimento di pochi istanti.

durre delle combinazioni chimiche, capace di magnetizzare e togliere l'elettrico dagli aghi di acciaio, di uccidere uomini ed animali, non sia altra cosa che la materia elettrica tolta alle nuvole tempestose per mezzo di questo strumento; dunque i parafulmini, come oggi son formati, oltre al potere che noi abbiamo riconosciuto in esso, hanno

Quello di spogliare poco a poco le nuvole tempestose della materia elettrica di cui son cariche, di condurla senza strepito, per mezzo del conduttore, nel seno della terra.

Supponiamo che la materia elettrica accumulata nelle nuvole non sia atta a riprodursi istantaneamente, e ne verrà che i parafulmini debbono diminuire l'intensità delle tempeste, la forza e la gravezza de'colpi fulminanti.

Io passo ad una difficoltà che potrebbero fare coloro che non hanno cognizioni bastanti della fisica moderna. Noi ci siamo serviti de' conduttori in certi punti dove vi avea interruzioni di continuità; ma è egli dimostrato che i conduttori continui han pure la facoltà d'impregnarsi della materia elettrica delle nuvole e di trasmetterla al suolo?

Ciò non può affatto rivocarsi in dubbio; ma qui noi non possiamo ricorrere a pruove tolte da' sensi della vista o dell'udito, perocchè tutto si effettua in silenzio ed all'oscuro. Ora vogliam noi assicurarci, che nelle tempeste il conduttore continuo trasmette qualche cosa? gli si accosti

di traverso un ago, ed esso si magnetizzerà tutto, siccome avveniva per le scintille che riempivano il vuoto. Basta che si diminuisca bastantemente la sua massa, senza *rompere il conduttore in alcun punto*, ed un' aureola di luce con un certo sibilo la circonderà in tutta la sua lunghezza. E se la tempesta è violentissima, questa luce apparirà senza bisogno che la massa ordinaria del conduttore si diminuisca.

Con certi nuovi parafulmini del signor *Harris*, ne' quali al conduttore ordinario de' navigli è sostituito un peso uguale di cilindri di rame sottile che circondano esattamente gli alberi e fanno corpo con essi, la fregata inglese *Dryad* si trovò molte volte sulla costa dell'*Africa* in faccia a violenti tempeste, che i naviganti chiamano *tornados*. La materia elettrica allora scendeva lungo questi tubi di rame continui in tale quantità, che produceva una certa atmosfera luminosa, ed uno scroscio simile a quello dell'acqua che cade fortemente.

Giunti a questo punto, noi potremo studiare l'influenza dell'isolamento, dell'altezza e della forma dell'asta di ferro superiore, o del parafulmine propriamente detto. La misura di quest'influenza *sarà* il *numero* di *scintille che traverseranno una data lacuna del conduttore*, *in date circostanze atmosferiche*, ed in un dato tempo ancora.

Il numero di queste scintille cresce rapidamente quando cresce l'altezza della verga; diminuisce, per contrario, pure prestamente allorchè l'altezza della verga essendo la stessa, essa è cir-

condata o dominata da oggetti poco lontani; di quì si vede che non è da dubitare affatto, che i parafulmini debbano essere altissimi e posti sopra i punti più alti degli edificj: e a questo modo questi strumenti acquistan potere d' *indebolire l' intensità delle tempeste.*

L' influenza delle forme pare che sia più difficile ad essere rifermata. Gli uni voleano che l' asta del parafulmine terminasse in forma di globo; ed altri, seguitando *Franklin*, richiedeano le punte molto acuminate: un' esperienza, che io non veggo affatto citata, schiarirà il dubbio.

Nel 1753, *Beccaria* pose sul tetto di S. *Gianni di Dio*, *a Torino*, un' asta di ferro sostenuta nell' estremità inferiore da certi puntelli formati di quelle sostanze particolari che trasmettono difficilmente il fulmine.

Ad *una piccola distanza* da questa estremità inferiore cominciava il conduttore. La parte più elevata dell' asta avea una punta metallica che girava, secondo si voleva, verso il Cielo o la terra, tirando solamente una funicella di seta.

La *punta essendo rovesciata*, lo strumento non dava affatto scintille.

Si *rivolgeva la punta verso il Cielo*, e dopo pochi istanti apparivano le scintille.

Si *rivolgeva la punta un' altra volta verso terra*, e si vedeano più scintille.

In certe circostanze atmosferiche lo strumento dava delle scintille, qualunque fosse la posizione della punta; ma pure in questo caso potea facilmente vedersi che le scintille erano più for-

ti e più frequenti quando la punta era in alto, che quando era in basso.

Quest'esperienza (e sarebbe bene inutile di ripeterla) dimostra senz'alcun dubbio come una verga a punta ha maggior potere d'una verga ottusa, per togliere gradatamente alle nuvole tempestose la materia elettrica di cui son cariche. E pare che decida deffinitivamente in favore dei parafulmini a punta quello esperimento che verso la metà del secolo passato ebbe tanto grido, e a cui, in odio di Franklin, prese gran parte lo stesso Re d'Inghilterra.

Quì trova pure luogo una quistione di quantità. La materia elettrica che i parafulmini a questo modo sottraggono alle nuvole, è tale da doversi considerare? Può di quì derivare un sensibile indebolimento delle tempeste? E là dove v'ha molti di questi parafulmini, i colpi di fulmine debbono temersi meno? Io credo che alcune esperienze di Beccaria mi hanno porto le ragioni necessarie per chiarire tutte queste cose.

Questo valente fisico avea drizzato a Torino, sopra due punti lontanissimi del palazzo di *Valentino*, due grossi fili metallici rigidi, sostenuti con l'aiuto di certi corpi che i fisici chiamano *corpi isolanti*. Ciascuno di questi fili era poco lontano da un altro filo metallico; ma questo in luogo di essere isolato, scendeva lungo il muro dell'edificio fino al suolo, dov'era immerso profondamente. Il primo filo, come si vede, era il parafulmine; il secondo, il conduttore. Ebbene: nelle tempeste, certe vive scintille, e potrei dire *certi lampi della prima specie*, scappavano con-

tinuamente tra' fili isolati superiori e i fili inferiori non isolati. L'occhio e l'orecchio bastavano a pena a distinguere gl'intervalli: l'occhio non discerneva alcuna interruzione nella luce; l'orecchio udiva un rumore quasi continuato.

Son certo che alcun fisico non potrà contradirmi, se dirò che ciascuna scintilla presa isolatamente sarebbe stata dolorosa; che dieci scintille insieme sarebbero bastate per intormentire il braccio, che cento avrebbero forse formato un colpo di fulmine. Cento scintille si manifestavano in meno di dieci secondi; e così ogni dieci secondi passava da un filo all'altro corrispondente, una quantità di materia elettrica capace di uccidere un uomo; in un minuto sei volte di più; in un'ora sessanta volte più che in un minuto. Per *un' ora*, ogni verga metallica del palazzo di *Valentino* toglieva dunque alle nuvole tempestose una quantità di materia elettrica capace di uccidere 360 uomini. Ma v'evea due di queste verghe; la cifra 360 dee dunque essere raddoppiata; e così abbiamo il numero 720.

Ma il *Valentino* si componeva di sette tetti piramidali, coverti di foglie di metallo in comunicazione con certe grondaie ugualmente di metallo, che s'immergeano nel suolo. Le sommità di queste piramidi erano a punta; ed erano ancora più alte delle estremità delle due verghe sulle quali *Beccaria* operava. Per tutte tali cose noi possiam supporre, che ciascuna piramide avesse al manco sottratto alle nuvole tanta materia elettrica, quanta le stesse verghe di cui discorriamo. *Sette*, moltiplicato per 360, dà 2520. E restrin-

gendoci al meno possibile, supponendo che il *Valentino* operasse solo con le sue punte, che il resto dell'edificio fosse assolutamente senz' alcuna azione, noi troveremmo, per questo solo edificio, che la quantità di materia, sottratta alla tempesta nel breve spazio d'un' ora, sarebbe bastata per uccidere più di 3000 uomini.

V' ha de' fisici i quali, ammettendo da una parte che i parafulmini sono utili, ch' essi debbon ricevere il fulmine onde sono colpite le case, e debbono condurlo, disseminarlo senza danno nelle viscere della terra, negano dall' altra che la loro azione graduata e muta abbia una grande utilità. Ma le cifre alle quali noi sopra siam giunti pare che debbano disingannarli. Per altro questo punto è molto importante, onde io debba risguardarlo sotto altri aspetti.

Io ho detto sopra come perì *Richmann*. Se in quell' istante in cui accadde la morte si fosse dalle nuvole tempestose spiccato un fulmine, e fosse andato dritto verso la verga metallica, l' avvenimento, quanto alle sue conseguenze fisiche, entrerebbe fra' molti, ne' quali sono stati uccisi degli uomini a lato a certe aste metalliche interrotte, ossia a quelle che non erano in comunicazione immediata col suolo; ma qui tutto dimostra che non vi fu colpo di fulmine esteriore (1);

(1) In una relazione pubblicata da *Lomonosow* poco tempo dopo la morte di Richmann, si discorreva de' *tratti* di *fuoco*,

qui l' asta che sorgeva sul tetto della casa di *Richmann* solo ad un metro e mezzo di altezza, la catena, l'asta inferiore, s' erano placidamente impregnati della materia del fulmine; ed aveano, poco a poco, non d' una maniera brusca, sottratto questa materia alle nuvole; e la quantità sottratta a questo modo s' era trovata bastante per uccidere un uomo, per gittarne un altro a terra senza sentimento, per fondere una certa lunghezza di verga di ferro, per cagionare danni notabili in molte parti dell' appartamento del celebre fisico di Pietroburgo.

Con questi fatti d' innanzi agli occhi, io confesso che non so dar molto pregio alle considerazioni teoriche, con che si è preteso di ridurre a degli *atomi* la materia elettrica che i parafulmini possono sottrarre alle nuvole. Questi atomi, in ogni caso, avrebbero la forza di rompere le porte, di fracassare e sospingere i mobili, di fendere gravemente i muri ed uccidere gli uomini!

Ma dicono gli avversarj, se i parafulmini hanno il potere di sottrarre alle nuvole la materia elettrica, onde sono impregnate, come accade che scoppiano delle tempeste al disopra delle città che abbondano di questi strumenti?

---

che molti, i quali erano dappresso a quel dotto fisico, videro dalle nuvole diriggersi verso l' asta del tetto al momento stesso dell' accaduto. Queste osservazioni potrebbero essere rifermate; ma in ogni caso niuno ha preteso di aver *veduto o udito* un vero colpo di tuono.

La risposta è facile. I parafulmini fanno propria *una parte* della materia elettrica delle nuvole; niuno ha preteso mai che ne le spogliassero interamente. Una simile opinione potrebbe tanto meno giustificarsi, in quanto le nuvole tempestose pare che sieno come in comunione fra loro; ed ordinariamente lo stato di elettricità di una di esse, o la tendenza ai fulmini, non si muta senza che le altre nuvole, alle più grandi distanze, non ne risentano l'effetto. Ed ecco come questo fatto fondamentale può rendersi evidente.

Ritorniamo al parafulmine con un conduttore spezzato, in un tempo procelloso. Delle scintille d'una certa vivacità di tempo in tempo ne riempiranno il vuoto. Ebbene; quasi tutt' i colpi di fulmine, forti o deboli che sieno, vicini o lontani, portano un'improvvisa alterazione (1) nel numero e nella vivacità delle scintille. Il momento di quest' alterazione è quasi lo stesso di quello dell'apparizione del lampo. Se la nuvola tempestosa, donde il tuono è partito, è lontanissima, l'indebolimento delle scintille può precedere d'un mezzo minuto, di $^3/_4$ di minuto, d'un minuto intero, ed anche più, il momento in cui il rumore del tuono giugne all' orecchio dell'osservatore.

---

(1) Allorchè quest'a'terazione è osservata con uno strumento conosciuto da' fisici sotto il nome d'elettrometro, i mutamenti si scorgono in quell'istante medesimo, e possono pure valutarsi.

Toaldo parla d' una tempesta del 28 settembre 1773, che simultaneamente abbracciava tutto lo spazio ch' è tra *Padova*, *Treviso*, *Venezia*, e si estendeva anche al di là; che durò più di sei ore; e per tutto questo tempo e quello spazio pareva il Cielo come di fuoco. Supponiamo che le regioni di tutta questa immensa estensione di nuvole si trovassero in una certa dipendenza; che lo stato elettrico di ciascuna parte fosse legato a quello di tutte le altre insieme, e niuno potrà immaginare che i pochi parafulmini situati nel ricinto della Città di *Padova*, esercitassero un'azione tanto forte da rendere per tutto *impossibili* i colpi di fulmine. Per contrario, quando le nuvole tempestose occupano uno spazio angusto, supposta pure la materia elettrica distribuita parzialmente alla loro superficie, pochi parafulmini possono essere pronti ed efficaci a difenderci dalla meteora. Molti fisici, e fra gli altri *Toaldo*, assicurano di aver veduto due volte a *Nymphenbourg*, in Alemagna, delle nuvole tempestose, donde continuamente scappavano lampi vivissimi, avanzarsi verso il Castello, e dopo passati i parafulmini, divenire nuvole ordinarie, nuvole dove non si vedea alcun getto di luce, e secondo che si esprime Toaldo, erano come *carboni spenti*.

Nel 1785, il sig. *Cosson* curato di *Rochefort*, scriveva all'abate Bertholon, che il 4 dicembre, » una nuvola, donde uscivano molti lampi e » tuoni, divenne tranquilla e non diè più che » barlumi debolissimi, tosto che il vento d'ovest » l' ebbe spinta a passare al di sopra del para-

» fulmine della Chiesa. » I vivi sprazzi elettrici che brillavano alla punta del parafulmine di Rochefort, mostravano chiaramente ch' esso esercitava una forte azione. Intanto, se fosse mancata questa dichiarazione del curato, noi non avremmo osato di affermare che un solo parafulmine fosse bastato a togliere quasi del tutto alla nuvola il suo aspetto tempestoso.

Il potere de' parafulmini, di cui abbiamo così lungamente discorso, è tanto più efficace quanto la loro verga è più alta. E niente non può meglio dimostrarcelo delle numerose esperienze fatte coi *cervi volanti*, e in questo genere, niente non si accosta ai risultamenti ottenuti a *Nerac* dal nostro compatriotta de *Romas*.

Questo intrepido fisico lanciò nell'aria, ad un'altezza di 130 a 160 metri (4 a 500 piedi), un cervo-volante la cui corda era, siccome le grosse corde di violino, circondata da un filo metallico. In una tempesta leggera, accompagnata da leggeri colpi di tuono, *Romas* trasse dall' estremità inferiore della corda del suo strumento, non più semplici scintille, ma lingue di *fuoco* di 3 metri a 3 metri ed un quarto (9 a 10 pollici) di *lunghezza*, e di 53 *centimetri* (un pollice) di grossezza. *Queste lingue facevan rumore siccome un colpo di pistola.* In meno di un'ora *Romas* ne tirò trenta, senza contare un migliaio di altre della lunghezza di 2 metri ed un quarto (7 piedi) e al disotto.

Il fisico di Nerac osservò molte volte che, *in tutta la durata delle sue esperienze, i lampi ed il tuono cessavano interamente.* Il Dottor *Lining*

di Charlestown e 'l sig. *Charles*, sebbene non avessero operato così in grande, pure trasformarono certe nuvole tempestose in nuvole ordinarie.

Queste osservazioni aprivano una bella via, e deve esser grave che niuno non si sia posto per essa. La formazione della gragnuola pare che dipenda da un' abbondante quantità di materia elettrica nelle nuvole. Sottraete questa materia, e la gragnuola non si formerà punto, o pure resterà allo stato elementare, o non vedrete cadere a terra che neve ghiacciata, la quale affatto non offende. E se si dubitasse de' grandi vantaggi che l' agricoltura potrebbe trarre in certi paesi, dal disparire delle forti grandinate, eccone la risposta: nel 1764, un chiaro personaggio del mezzo giorno della Francia scriveva queste parole nell' Enciclopedia. « Non passa un anno in cui la » gragnuola non rovini la metà, e qualchevolta i » tre quarti delle diocesi di *Rieux*, *Comminges*, » *Couserans*, *Auch e Lombez.* » La sola tempesta del 13 luglio colpì in Francia *milletrentanove comuni*. Una notizia officiale portò il danno fino a 25 milioni di franchi.

Io so benissimo che l' uso del cervo-volante non è senz'alcun pericolo; che la tempesta si sviluppa, si rafforza in un tempo generalmente calmo; che il vento, con cui lo strumento potrebbe esser lanciato in aria, non comincia a soffiare che al momento in cui la pioggia e la gragnuola già cadono ec. E secondo me, non dovrebbe farsi uso de' cervi-volanti; io vorrei che si usassero de' *palloni ristretti*, per questa grande e bella e-

sperienza ; e che si facessero salire assai più alto che i cervi-volanti di *Romas*. Oltrepassando di un cento metri lo strato atmosferico, dove si arrestano ordinariamente l'estremità de' parafulmini, de' piccoli sprazzi di luce divengono lingue di fuoco di 3 a 4 metri di lunghezza, il che non avverrebbe allorchè tutto il sistema, secondo le circostanze, essendo elevato tre, quattro... dieci volte più, giugnesse fino á toccare la superficie inferiore delle nuvole; allorchè, e questo è importante, la *punta* metallica *sottraente* che sarebbe in comunicazione con la lunga corda mezzo-metallica che serve di conduttore, essendo verso la parte superiore del pallone, si presentasse alle nuvole quasi verticalmente, o nella posizione d'un parafulmine ordinario. E non v' ha nulla di troppo avventurato, supponendo che con questo sistema si giugnerebbe a disperdere le tempeste più forti. In ogni caso, un' esperienza che così direttamente risguarda la scienza e la ricchezza agricola del regno, merita di essere tentata.

Facendosi uso di palloni di piccole dimensioni, la spesa sarebbe certo inferiore a quella di tante scariche di mortaretti, di cannoni, che si fanno oggi, senz'alcun frutto, ne' paesi di vigneti.

Della Sfera di azione de' parafulmini.

Per quanto spazio un parafulmine *ben costruito* ha potere efficace di preservarci dal fulmine? A quale distanza da questo strumento, *misurata orizzontalmente*, può aversi quasi certezza di non essere affatto fulminato?

Questa quistione, ch' è di un' importanza da non potersi mettere in dubbio, io credo che non sia stata studiata con tutta la diligenza ch' era mestieri.

Guidato da certe vaghe analogie, G.-B *Leroy*, che si è tanto occupato della costruzione de' parafulmini, dicea nel 1788, che un' asta di 4 a 5 metri di altezza stabilita sulla sommità di un edificio, difende tutto quello ch' è intorno in un *cerchio di* 16 *metri di raggio*. Secondo ciò, il parafulmine opererebbe orizzontalmente e per ogni verso, per una distanza *ch' è tre volte l' altezza della sua verga al di sopra della fabbrica dov' è fissa.*

La sezione di Fisica dell' Accademia delle Scienze restrinse questo limite. Nel 1823, richiesta dal Ministro della Guerra, parve che adottasse l' opinione di Charles; e stabilì, senza dire sopra quali fondamenti, che un parafulmine difende le cose che sono intorno, *per uno spazio circolare di un raggio uguale al doppio della sua altezza.*

Una così grave autorità dovea trarre con sè il consentimento di tutti. E i più recenti autori de' trattati di fisica e di meteorologia, seguitando la

commissione dell' Accademia, danno generalmente un raggio doppio dell' altezza dell' asta alla zona circolare che un parafulmine difende compiutamente.

Ammettiamo che questo termine fissato sia esatto per un'asta di parafulmine piantata sopra un edificio ordinario di pietra di taglio o di rottami di pietra, o sopra un tetto comune di legno ricoperto di tegole o di lavagne. Potrebbe dirsi lo stesso, se grandi masse di metallo entrassero nella costruzione del tetto o dell' edificio? Niuno certo non oserebbe di sostenerlo.

Si dice, che un parafulmine non difende un *tetto* od un *terrazzo*, se non per una estensione uguale al doppio dell' *altezza che ha* di *sopra di questo tetto o di questo terrazzo*. Ma la sua sfera d'azione è pur essa ristretta, quando è in rapporto ad un livello differente ed inferiore; quando può misurarsi, per esempio, sul suolo? O pure il parafulmine posto sulla sommità d' un campanile difende in *terra* un cerchio che sarebbe descritto con un raggio doppio della somma delle altezze del campanile e del parafulmine? Queste quistioni importanti a mala pena pare che sieno state proposte. Ecco alcune cifre, che, senza risolverle interamente, potranno pure esser di guida ai costruttori.

Il 15 meggio 1777, il fulmine colpì il magazzino di polvere di *Purfleet*, a 5 leghe da Londra, non ostante il 17 giugno 1781, e gli *otto* parafulmini di cui era armato. Il punto che la meteora colpì la prima volta era ad uno degli angoli inferiori del tetto, ed una *larga piastra di piombo* lo ricopriva.

Da questo punto al parafulmine più vicino v' avea una distanza *orizzontale* di 55 piedi inglesi.

La punta acuminata dell' asta non si elevava di più di 22 piedi al disopra del livello del punto fulminato : questo era meno della metà della distanza orizzontale del punto colpito dal fulmine al prolungamento della verticale dell' asta ; il punto era dunque fuori del cerchio nel quale, secondo le opinioni ricevute, il parafulmine poteva operare efficacemente. Quì pure può osservarsi, che i conduttori non giugnevano fino ad un suolo bastantemente umido.

Il Dottor *Winthrop* di *New-Cambridge* riferisce, che un albero fu colpito dal fulmine e solcato in tutta la sua lunghezza, quantunque non fosse lontano *orizzontalmente* che di 16 metri (52 piedi inglesi) dal parafulmine situato sul campanile d' una chiesa.

Se il campanile oltrepassava la cima dell'albero di 8 metri o più, come pare naturale di credere, il fatto citato dal dottor *Winthrop* sarebbe direttamente contrario all' idea, che il raggio della sfera in cui opera il parafulmine debba avere per misura il doppio dell' altezza verticale assoluta della punta dell' asta al *disopra di ciascun obbietto.*

Una stalla di *William Lyttelton*, governatore della *Carolina del Sud*, fu colpita dal fulmine e gravemente danneggiata, quantunque non si trovasse che a 18 metri (*twenty yards*) di distanza da una casa munita d' un buon parafulmine.

Da questa relazione non potendosi conoscere nè l'altezza del punto fulminato, nè quella del parafulmine, non si può nulla ricavare intorno alla sfera d'azione di questi strumenti.

Io riferirò un altro fatto che non è più di questo particolarizzato; ma gli oggetti esistono ancora, e niente impedirà che possano riempirsene le lacune.

La torre della Chiesa di *S. Michele*, *Cornhill* a *Londra*, avea un eccellente parafulmine; ma ciò non impedì che il fulmine cadesse sulla covertura di piombo che riveste la sommità del campanile di *S. Pietro*, quantunque questo sia assai più basso e la sua distanza dalla torre di *S. Michele* non sia maggiore di 61 metro (200 piedi inglesi).

Qui manca l'altezza verticale della punta del parafulmine del *campanile* di *S. Michele*, al disopra della covertura di piombo del *campanile* di *S. Pietro*. Se quest'altezza non è di 31 metro, come dee supporsi, questo fatto punto non contrasta la regola, secondo la quale il raggio della sfera di azione dovrebbe avere per misura il doppio delle *altezze* relative.

Con tutti questi fatti, noi possiamo in fine stabilire, che il raggio dello spazio circolare, per il quale ci difendono i parafulmini piantati sulle parti più alte degli edificj, può portarsi fino al doppio dell'altezza delle aste al disopra de' punti dove sono fermati. E lo stesso avvenimento di *Purfleet* conferma questo limite.

Per difendere un grand'edificio, egli è dunque mestieri che si provveda di molti parafulmi-

ni. E meno queste aste sono lunghe e più debbon essere moltiplicate. Questo numero sarà bastante allorchè sopra un tetto, o un terrazzo, ec., non vi sarà un punto la cui distanza orizzontale dall'asta più vicina sia più grande del doppio della sua altezza al disopra della base.

Questa regola essendo una naturale conseguenza de' fatti, non sa concepirsi come, nella costruzione de' parafulmini, *Franklin* abbia fatto così poca considerazione dell' altezza. Tutto quello ch' egli richiedeva era questo, che le punte sorpassassero un poco le sommità de' cammini. Io veggo pure l' altezza di queste verghe metalliche fissata a 3 metri (10 piedi inglesi) in una nota che porta il nome di *Cavendish*, di *Priestley*, di *Lord Mahon*, di *Nairne*, di *Watson*, ec. In Francia i costruttori giungono fino a 10 metri, e là non si sono arrestati che per cagioni di solidità. Fra queste due sorti di dimensioni la scelta oggi non sarebbe più in dubbio.

I parafulmini piantati orizzontalmente o indirezioni molto inclinate su' cornicioni degli edificj, sono essi utili?

Nelle medesime circostanze, il fulmine dee cadere, in effetti, sulle parti più elevate degli edificj; ma dove trovare una perfetta uguaglianze di circostanze? in quanti modi essa non può essere alterata? e non basta a ciò un rampone di metallo, una spagnoletta di finestra, un bacino di padella, ec.? Del resto, se le nuvole cariche di materia elettrica non avessero delle superficie

quasi orizzontali, le parti più alte degli edificj certo non avrebbero quel dannoso potere che noi abbiamo ad esse attribuito; ora ognuno dee ricordarsi di questi lembi di nuvole che in certe tempeste scendono quasi fino al suolo, e che la massa generale tira con sè per tutto dove il vento la trasporta. E niente è meno atto di queste aste verticali per iscaricare poco a poco ed in silenzio queste nuvole pendenti. Per contrario un parafulmine orizzontale o molto inclinato produrrebbe un tale effetto maravigliosamente. Del resto, io non intendo di restringere quì il potere de' parafulmini inclinati; essi debbon pure servire a ricevere i colpi fulminanti, che senza di essi avrebbero colpito le facce laterali degli edificj. Alcuni fisici han creduto che mai queste facce non possano essere esposte al modo stesso che le parti più alte dell' edificio. Ma a questo io risponderò con diversi fatti che ho raccolti, e che pare non lascino alcun dubbio.

Il Sig. *Alessandro Small* scrivea da *Londra* a *Franklin*, nel 1746, ch' egli avea veduto d' innanzi alle sue finestre un tratto di fulmine vivissimo, delicatissimo e molto basso, muoversi senza zig-zag apparenti in *una direzione quasi orizzontale*, e andare a colpire un campanile lontanissimo.

Il settembre 1780, un violento colpo di fulmine uccise due uomini nelle *stanze terrene* della casa di *Iames* Adair, ad *East-Bourn*. Al primo appartamento penetrò per una finestra, e fece molti danni. Il terzo appartamento ed il tetto rimasero perfettamente intatti.

Tutti questi effetti avrebbero potuto indovinarsi, dopo le osservazioni che han fatte diverse persone che passeggiavano sulla riva del mare. La linea che la meteora seguiva parea che la conducesse *diritta* al *mezzo della facciata della casa*. E solo in quel punto si spezzò, si divise in molti rami.

Il 12 agosto 1783, il fulmine danneggiò il campanile della Cattedrale di *Losanna*. E cadde dapprima sopra un' asta di ferro orizzontale che serviva per legare due piccole colonne situate ai *due terzi d' altezza dell' edificio*. E non è da dubitare che il fulmine avesse avuto quella direzione poco ordinaria; perocchè una persona degna di fede lo *vide distintamente* slanciarsi sull' asta; e il Dottor *Verdeil*, a cui immediatamente fu comunicata quest' osservazione, fece le più scrupolose ricerche, e scovrì al *di sopra* di quell' asta di ferro un certo indizio dell' azione del fulmine.

Questo colpo laterale e diretto verso un punto così lontano dalla sommità del campanile è tanto più notabile, in quanto l' edifizio si trovava per caso sprovveduto d' ogni sorta di parafulmine.

» Alla sommità del campanile, dice infatti
» *Verdeil*, v' ha una specie di pomo ad otto fac-
» ce longitudinali, con sopra una lunga verga di
» ferro che serve come di perno della banderuo-
» la e che termina in forma di ferro di picca.
» Questo pomo è coverto di piastre di rame in
» tutta la sua circonferenza. Otto lamine dello
» stesso metallo scendono da questo pomo lungo
» gli angoli della freccia, ch' è coverta di tegole

» inverniciate al forno. Queste lamine mettono
» capo in una grondaia orizzontale, che circon-
» da tutta la base della freccia, e si scarica per
» mezzo di due tubi di metallo grossissimi in due
» serbatoj di rame che sono sempre pieni di ac-
» qua. Dal fondo di questi serbatoj partono due
» lunghi tubi di rame che scendono da alto in
» basso, si riuniscono in un serbatoio comune,
» e di là vanno a terminare in una tromba d' in-
» cendio, che riempiono tutte le volte che piove.
» Questa tromba comunica per mezzo di gron-
» daie di metallo con quell' altra che versa l' ac-
» qua di pioggia sopra il selciato. »

Supponiamo che piova (e da una mezz' ora pioveva molto al momento del fulmine del 12 agosto 1783), e si avrà, come noi dicevamo, in tutte quelle aste, e piastre e tubi metallici, un parafulmine contro cui non ha a farsi alcuna obbiezione.

Un' ala di mulino a vento (il mulino di *Thoothill* in Essex) è in riposo in quella posizione in cui fa con l' orizzonte un angolo di 45°. Il fulmine si sprigiona dalle nuvole e va a colpirla, nel 1729. Ognuno immaginerebbe che il punto colpito fosse *la parte* più *elevata dell' ala*. Eppure, non ci è nulla di questo. Al mezzo dell' ala v' ha una cavicchia di ferro, e sopra di essa il fulmine corre; tutta la parte superiore resta intatta: il potere della parte più alta cede ai pochi chilogrammi di metallo che sono in una parte inferiore.

Se bisognasse provare che *sempre* debbono stabilirsi sugli edificj de' parafulmini inclinati,

i fatti che io qui sopra ho citati sarebbero molto pochi, ma io volea con essi soltanto confermare, che in certi casi le verghe oblique possono essere utili.

Della migliore forma e della migliore collocazione da darc alle diverse parti di cui un parafulmine si compone.

Della punta.

Noi abbiam provato che se vuolsi, ragionevolmente, vantaggiarsi della virtù che hanno i parafulmini di sottrarre poco a poco ed in silenzio dalle nuvole tempestose la loro materia elettrica, è mestieri che l' asta finisca con una punta molto accuminata. Facciamo questa punta di ferro, e la ruggine prodotta dall' azione dell' aria e dell' acqua la distruggerà subito, e bentosto diverrà ottusa, e perderà di giorno in giorno il potere sottraente.

Si è cercato dapprima di porre riparo a questo inconveniente, dorando per una certa estensione la *punta dell' asta di ferro*. Ma la doratura del ferro durando pochissimo, fu creduto meglio, in appresso, di adattare all' estremità dell' asta, per mezzo di una vite, una *punta* di *rame* dorato. In fine, certe punte di platino sono sostituite generalmente a quelle di ferro e di rame, dacchè i progressi della Metallurgia han fatto che potessero aversi con poco prezzo.

Le punte di platino sono da preferire a quelle di rame, non solo per la loro inalterabilità

sotto l'azione dell'acqua e dell'aria, ma pure per la loro infusibilità. Il fulmine che fonderebbe, e renderebbe *ottusa* una punta di rame, lascerebbe per contrario alla punta di platino quella forma acuta, da cui dipende la grande intensità della sua azione. Ricordando che un parafulmine può essere fulminato al principio di una tempesta, e che per sostituirvi altre punte spesso si richiede che si costruiscano de' ponti con molto dispendio, possono valutarsi, sotto un rispetto economico e di sicurezza, tutt'i vantaggi dell'infusibilità degli aghi di platino. Questi vantaggi sono tali, che nel 1790, in un tempo in cui a mala pena sapea lavorarsi questo metallo, la *Società filosofica* di *Filadelfia* accoglieva con vivi applausi la proposta che *Roberto Patterson* faceva, di formare la punta de' parafulmini con altra sostanza pochissimo fusibile, con la *piombagine* (*carburo di ferro*).

In alcuni paesi, per es. in Alemagna ed in Inghilterra, certi costruttori di parafulmini adattano all'estremità dell'asta di questi strumenti, non una punta sola, come si fa in Francia, ma una punta verticale, e intorno ad essa altre punte disposte circolarmente, *molto divergenti*, e *diversamente inclinate all' orizzonte.*

Io so che quest'uso può giustificarsi a questo modo. Una punta diviene ottusa e si ossida all'aria; e da questo momento perde parte dal suo potere e della sua conduttibilità; ebbene, molte punte ottuse ed arruginite opereranno insieme così fortemente come una punta sola non arruginita. Ma questo vantaggio delle punte moltiplicate, a

cui oggi tiene luogo perfettamente una sola punta di platino, non era il solo che avessero avuto d'innanzi, e che avessero sperato; usando di punte diversamente situate e diversamente inclinate, fra le altre ne avea sempre una che si presentasse secondo la posizione più favorevole, che si presentasse perpendicolarmente alla nuvola tempestosa, qualunque fosse la sua forma, il numero delle sue facce e la loro inclinazione. Tutto ciò ha dovuto parere un po sottile; ma fino al tempo in cui, ripetendo diligentemente l'esperienza di *Beccaria*, sulla quale ci siamo fondati (pagina 313), non si sarà fermato che una punta verticale toglie ad ogni *sorta di nuvole* più materia elettrica che una punta inclinata, o, ancor meglio, fino al tempo in cui, secondo il metodo del celebre fisico di *Torino*, non si sarà giunto a provare che una punta sola opera sempre più fortemente che un gruppo di punte disposte a modo di stella, non potranno i parafulmini a punte moltiplicate esser considerati tali da non doversene far conto. Non per tanto io dirò, che in fino a quando queste esperienze non saran fatte, ei sarà buon consiglio di usare quella forma che *Franklin* ci ha raccomandata.

Del Conduttore.

Dalla buona costruzione e buona situazione del conduttore dipende principalmente quel potere che hanno i parafulmini di *Franklin* di preservarci dal fulmine.

Il conduttore e l'asta superiore d'un parafulmi-

ne debbono essere molto grossi e massicci, onde un colpo di fulmine non possa fonderli. Dopo tutto quello che noi abbiam raccolto nel §. XV, si adempirà pienamente a questa condizione usando delle aste di ferro o di rame, quadrate o cilindriche, di 20 millimetri (9 linee) di lato o di diametro. Se i costruttori danno al parafulmine, sopra tutto verso la base, una maggiore grossezza, ciò vien fatto per il solo fine che possa resistere al vento.

Per difendere le aste e i conduttori de' parafulmini dalla ruggine, ordinariamente si covrono di uno strato di pittura. In America si è giunto fino a scegliere la pittura fatta al *nero di fumo*, per la proprietà che ha di dare alle materie dov' entra in gran quantità, il potere di trasmettere facilissimamente la materia elettrica.

Non potendo il conduttore servire convenientemente al suo fine, se non a condizione di spogliarsi di questa materia, siccome la punta superiore del parafulmine gliela trasmette, ei bisogna senz' altro supplire al difetto di conduttibilità del suolo con moltiplicare il numero dei punti pe' quali può scorrere (1). Se il conduttore scende in un terreno poco umido, e poco per-

---

(1) Il Sig. N. *Hare*, professore di Chimica all' università di *Pensilvania*, propone che si ponga, quando è possibile, la parte sotterranea de' conduttori de' parafulmini in comunicazione co' *tubi* di *metallo fuso* che servono in tutte le nostre città a condurre l' acqua ne' diversi quartieri.

meabile agli afflluvj elettrici, ei bisognerà che stia in contatto con esso per una lunga linea. La lunghezza potrà essere minore se la terra è tutto l'anno fortemente impregnata d'umidità, e minore ancora se il conduttore scende fino ad un *nappo d' acqua naturale*.

L'aumento tanto necessario del numero dei punti pe' quali il fluido può passare dal conduttore nel suolo, si otterrà pure dilatando in qualche modo il metallo, riducendo l'asta conduttrice, per mezzo d'uno strettoio, ad una larga piastra, ed estendendo quanto è possibile la superficie che dee penetrare nel suolo. Io credo che in un certo sviluppo di questa superficie non si richiederebbe che fosse immersa nel terreno, e basterebbe un contatto superficiale. E, per esempio, dee accadere così negli edificj *circondati* nella base da una striscia di piombo o di latta spiegata in modo che una delle facce sia applicata al muro, e l'altra sia distesa sul terreno. Se il conduttore ha stretto contatto con questa striscia, il fluido ch'esso riceve dalla punta dell'asta potrà scorrere per un gran numero di punti, senza che si abbiano a temere affatto nè getti di luce, nè scoppio. Ecco, se io non m'inganno, perchè un monumento, come la *colonna della Piazza Vendome*, posata sopra un gran *zoccolo di metallo*, ch'è in comunicazione col suolo per la superficie inferiore o per un altro zoccolo di pietra, può servire di conduttore.

D'ordinario avviene, che non riducendo in lamine il conduttore, ma ramificandolo, i costruttori di parafulmini accrescono la superficie ch'è

sotto terra, e che serve a fare che il fluido elettrico passi nel suolo.

Allorchè l' *asta* del *conduttore* penetra fino nel suolo, s' incontrano due difficoltà. Se il terreno è umido, la materia elettrica scorre agevolmente, ma il metallo si arrugisce e si distrugge prestamente. Supposto che il terreno non sia umido, l'asta durerà lungo tempo, ma servirà male al suo ufficio. Era dunque da desiderare che si scovrisse una materia *molto conduttrice*, e che non attaccasse il ferro. Il *carbone divenuto rosso* è in questa condizione. E, secondo *Roberto Patterson* propose nel 1790, i costruttori di parafulmini, che conoscono lo stato presente della Scienza, non lasciano di far passare l'asta conduttrice a traverso d' una specie di pozzo pieno di *bragia* di *fornaio*. Io ripeto un' altra volta queste tre parole, a fine che niuno non vada errato: è necesssario il carbone divenuto rosso; il carbone comune non potrebbe farne le veci.

Quando il conduttore scende in fino ad un *nappo naturale d' acqua*, ei basta, come ha dimostrato l' esperienza, che vi s' immerga quasi per un *metro*.

Io ho detto *nappo naturale*, per distinguerlo da' serbatoi artificiali o *cisterne* che ricevono l' acqua di pioggia. E senza buone ragioni queste cisterne, quando si son fatte ristagnare nel fondo e ne' lati, sia per un denso strato di smalto idraulico, sia per altro mezzo, sono rassomigliate ai pozzi propriamenti detti. Le tavole di pietra, o il cemento idraulico, essendo secche nel loro mezzo, non danno che un passaggio dif-

ficilissimo alla materia del fulmine: sicchè questa materia non può, siccome avviene nel pozzo, giugnere a spandersi in luogo lontano per mezzo di moltissime fessure piene d' acqua, o almeno di umidità: e dopo che la materia ha investito il liquido della cisterna, per difetto d' un mezzo onde scorrere, ritorna per la sua via, risale lungo l' asta del conduttore, e si precipita con un colpo fulminante, o con uno scoppio, sopra qualche oggetto vicino.

Qui potrebbero dimandarsi delle pruove su cui fondare questa teoria; onde io m' ingegnerò di darne quì appresso.

Il 9 giugno 1819, il fulmine cadde sulla guglia principale della Cattedrale di *Milano*. Questa guglia era armata d' un parafulmine in buono stato, e 'l cui conduttore era immerso in un vasto pozzo destinato a raccogliere le acque inutili. Intanto, vicino a questo conduttore, che restò intatto, furon trovati a diverse altezze de' marmi spezzati e dispersi, degli arabeschi distrutti, ec. Tutto verificato dal professore *Configliacchi*, fu fermato che il preteso pozzo era una vera *cisterna coverta di tavole di pietra*.

Il 4 gennaio 1827, il fulmine cadde sul parafulmine del faro di Genova. Questo parafulmine e 'l conduttore furono spezzati in molte parti, quantunque tutto paresse in buono stato, e 'l conduttore fosse immerso nell' acqua; ma quest' acqua era in una *cisterna ristagnata*, di poca capacità, scavata dalla mano dell' uomo in una rocca sulla quale era pure il faro.

La resistenza che un' asta di metallo, debole

quanto si voglia, oppone al passaggio della materia elettrica, è bene che sia presa in considerazione. Dovendo questa resistenza crescere con la lunghezza dell'asta, sarà meglio, ove non s'incontri un grave ostacolo, diriggere il conduttore per *il più breve cammino possibile*, tra'l piede dell'asta verticale del parafulmine al quale è attaccato, ed il suolo umido dove va a scaricarsi.

Noi abbiamo altrove determinato la grossezza del parafulmine, secondo i colpi di fulmine che io chiamerò semplici; e ne' quali le aste erano solo investite dalla materia elettrica, che le avea direttamente colpite. Queste dimensioni potrebbero non bastare se, in un certo istante, un *solo conduttore* ricevesse e dovesse trasmettere al suolo tutta la materia elettrica che ha investito al tempo stesso *molti parafulmini*. Da questa osservazione nasce evidentemente la necessità di un conduttore per ogni parafulmine. Ciò non toglie che possa esservi una certa utilità nello stabilire un legame stretto tra' piedi delle aste di tutt'i parafulmini, per mezzo di verghe di ferro che corrono lungo le tegole de' tetti, e che non è necessario che sieno così forti come i conduttori propriamente detti. Ed è sempre utile di estendere questo modo di comunicazione ai grossi metalli che fanno parte de' tetti, o delle inferriate degli edificj, e sopratutto ai tetti di ferro, i quali cominciano ad usarsi comunemente.

Alcune *rigide aste di metallo* non si adattano ai diversi angoli de' tetti, de' cornicioni, degli ornamenti di architettura, che per mezzo d'un

gran numero di pezzetti che li riuniscano, e nei quali l'acqua e la ruggine che ne derivano, producono delle pericolose interruzioni di continuità. Oggi si evitano quest'inconvenienti sostituendo delle corde *metalliche flessibili* alle aste, di cui prima si faceva esclusivamente uso. Queste corde hanno e debbono avere le dimensioni delle aste antiche. Le molte fila torte che le compongono posson essere incatramate sepa- ratamente, ma ciò non impedisce che la corda tutta intiera non venga poi incatramata essa istessa diligentemente. Ei però dee aversi sempre per fermo che il catrame ricovrirà solo le parti esterne della corda, quelle che dee preservare dall'azione dell'aria e dell'umidità. Quanto alle parti che debbon essere immerse nell'acqua di un pozzo, in un terreno inumidito, nelle bragia del fornaio, è necessario che la loro superficie metallica sia coperta quanto è possibile.

Alcuni costruttori credeano dover separare i tetti e le mura degli edificj, da'parafulmini e dai loro conduttori, per mezzo di certe materie, come il vetro, la pece, ec., meno atte a trasmettere il fluido del fulmine, e che, per altro, non lasciano che alcuna particella di questo fluido, degna di essere considerata, devii lateralmente; e si slancii da una asta conduttrice sopra gli oggetti che dee preservare. Ma questi parafulmini isolati non sono quasi più in uso, e sono stati infine riconosciuti come un riparo eccessivo e di grave dispendio; si è considerato che la materia elettrica, entrata una volta in un'asta metallica bastantemente grossa e che mette capo in qualche

nappo liquido indefinito, non l'abbandona per portarsi su' materiali di cui gli edificj sono ordinariamente composti, se non in una piccola quantità, da cui non potrebbe derivarne alcun danno, nè alcun effetto che meritasse di essere considerato.

Gli stessi ragionamenti parrebbe che dovessero condurci a deffinire una quistione che pure è stata agitata tra' fisici, ed è quella di sapere s'è indifferente che i conduttori sieno stabiliti nella parte interna o esterna degli edificj. Confesso che quanto a quest'ultima parte io troverò maggiori difficoltà ad acconsentirvi. » V'ha di certi gran» di personaggi, dice Voltaire a cui non biso» gna accostarsi che con gran riserbo: il ful» mine è uno di costoro » Ed io son tentato di credere a questo grande scrittore, quando richiamo alla memoria il caso citato (pag. 120) dove il fulmine, abbandonando il conduttore esterno del parafulmine della casa del sig. *Raven*, andò orizzontalmente, a traverso il muro, a colpire un fucile ch'era dirittamente allogato nella cucina. Ora quali danni non sarebbero venuti da questo movimento laterale, se una grossa fabbrica non fosse stata quella che il fulmine ha dovuto traversare?

Potrebbe dirsi, che il conduttore non avea una bastante grossezza. Questo è pur vero; ma ecco un caso, in cui tutto parea che fosse bene ordinato, dove i parafulmini faceano il loro ufficio come potea meglio desiderarsi; e non pertanto la materia elettrica usciva del suo cammino, e ne sarebbero certo venuti danni gravi, se un

grosso muro non si fosse trovato frapposto tra 'l conduttore ed una folla d'operaj.

Il 31 luglio 1829, nel carcere di Charlestown, nell'istante in cui cadde un terribile fulmine, 300 persone ricevettero ad una volta una violenta scossa, il cui effetto generalmente fu, per pochi secondi, un grande indebolimento di forza muscolare. Questo avvenimento non cagionò in alcuno danni più gravi.

Il carcere di Charlestown avea tre parafulmini in buono stato, 18 piedi lontani l'uno dall'altro. Il fulmine lasciò perfettamente intatto l'edifizio. Ma come avviene che i conduttori non abbiano pure preservato gli abitanti, siccome accade di ordinario? Di ciò si potrebbe trovar la ragione nella grande quantità di ferro ch'era nella prigione. Il sig. Bryant, che era il direttore, fece salire questa quantità a 100 grosse botti; e bisogna aggiugnere a questo, che quasi tutto il popolo manifatturiero era provveduto di martelli, di lime, di fucili o di picche.

Fin quì i fisici non pare che abbiamo dato importanza alla *forma* de' ripiegamenti, ch'è necessario che facciano i conduttori, per andare dalla sommità inverso il muro verticale dell'edificio. All'estremità istessa del gocciolatoio del tetto, all'estremo del cornicione, l'asta o la catena conduttrice è piegata per modo che in vece di trovarsi in una stessa retta, la parte più alta del tetto e quella ch'è in contatto del muro fanno tra loro un angolo di 90°, e qualchevolta ancora un angolo acuto. E non è molto raro che di simili brusche deviazioni si os-

servino in alcune parti del conduttore, anche vicino al suolo. Supponiamo un violento colpo di fulmine, e questi ripiegamenti potrebbero divenire pericolosi, almeno a giudicarne dagli effetti diversi di cui ho letto le relazioni fatte, e che pare che ci portino a credere, che nel calcolo del cammino che fa la materia elettrica, non dee farsi astrazione del tutto dalla velocità acquisita. A questo proposito può leggersi la *Descrizione di S. Domingo*, *di Moreau di Saint-Mèry*, tom. 1°, pag. 393; in quel luogo si vedrà il fulmine che segue regolarmente un conduttore, che poi l'abbandona nel punto dove l'asta era in tal modo piegata, che le due sue parti formavano un angolo acuto, e va, a traverso dell'aria, a colpire certi oggetti situati sul prolungamento del primo lato dell'angolo.

Le *memorie dell' accademia di Losanna*, tom. 1°, ci mostreranno pure il fulmine che si dirigge molto *obliquamente* verso la metà d' un'asta di ferro orizzontale, e sebbene tutto fosse in simmetria da una parte e dall' altra, pure non si propaga se non nel senso del suo stesso movimonto. Ora che abbiamo stabilita la quistione, potranno alcune esperienze di gabinetto dimostrarci se le considerazioni fatte quì sopra sieno o no ben fondate; ed aspettando, verrebbe meno nella forma de'conduttori e degli angoli acuti, l'utilità che si avrebbe di passare da una direzione ad un'altra differentissima, con verghe che riuniscano le aste, senza che vi sieno bruschi cambiamenti.

La rena che la più leggera corrente d'aria tira

con sè, e che và a starsi in tutte le parti esterne ed interne de' luoghi in cui ci ha polvere, è a questi molto dannosa. Supponiamo che questa rena sia accesa dalla scintilla, cagionata da una impercettibile interruzione di continuità nel conduttore, ed il fuoco potrà comunicarsi fino ai barili che vi sono dentro. Ad avitare tutto questo, si è proposto di non situare affatto i parafulmini de' magazzini sulle fabbriche stesse: e si dice, che sarebbe meglio di metterli all' estremità di lunghi alberi verticali, lontani di 2 a 3 metri dalle mura di prospetto. Questo pensiero si trova già espresso in una *Memoria di Toaldo* del 1776.

Essa fu dappoi (nel 1823) approvata dalla Sezione di fisica dell' Accademia delle Scienze; però dobbiam dire, che venendo alle sue applicazioni, noi abbiamo incontrato una grave difficoltà. Si sa bene che le punte debbon essere più alte che la sommità dell'edificio; ma qual è il loro raggio d'azione? Supponetelo uguale al doppio dell' altezza assoluta di ciascun parafulmine *al disopra del* terreno, e un piccol numero di questi strumenti basterà per mettere in salvo tutte le parti del magazzino più vasto. Supponete d'altra parte, che il raggio di azione non debba essere calcolato che sul doppio dell' altezza delle punte al *disopra delle parti piu alte* dei magazzini, e fra questi edifizj ve ne avrebbe allora di quelli che, senza gravi dispendj, non potrebbero difendersi con *alberi di parafulmine.*

Quantunque io abbia molto lungamente insistito sulle regole alle quali bisogna stare nel situare i parafulmini e i loro conduttori, io riferirò

qui la relazione di quel grave colpo di fulmine che cadde sul magazzino di polvere di *Baionna*, il 23 febbraio 1829. Gli errori, soprattuto quando partoriscono grandi sventure, restano più lungamente impressi nella memoria che i semplici precetti. Per altro sarà bene ch' io quì dimostri, come una costruzione dell' apparecchio di *Franklin*, ch' io per vero chiamerò piena di pretensione, divenne detestabile per alcune negligenze apparentemente molto leggere.

Il magazzino di polvere di *Baionna* è una fabbrica di 17^{m}, 5 di lunghezza, ed 11^{m}, 4 di larghezza. Il tetto è a due acque. La sommità e la covertura de' muri che terminano in punta e reggono il tetto, sono formati di larghe lame di piombo legate le une alle altre. Il parafulmine ha 6^{m}, 8 di altezza; un manico di piombo che lo circonda nella sua base è saldato ad una delle lame della sommità. Per questo sistema di cose, tutte le parti metalliche del tetto comunicano fra loro.

Il conduttore ha, al manco, 27 millimetri di diametro, come avviene d' ordinario, ed è sostenuto orizzontalmente, ad 8 decimetri d' altezza, da cinque colonne di legno. Alla distanza di 10 metri dal muro esterno del magazzino, il conduttore è immerso verticalmente in una fossa quadrata di circa 2 metri di lato rivestita di fabbrica sulle quattro facce laterali, e piena di carbone ad un'altezza di più d'un metro a partire dal fondo. A fine di moltiplicare il numero de' punti di contatto tra 'l carbone e 'l terreno naturale, si son fatti verso basso terminare i

quattro muri della fossa con delle volte a giorno. La punta estrema del conduttore è sopra un palicciuolo ficcato al fondo della fossa.

Alcune radici metalliche partendo dall' asta principale, e divergendo e ramificandosi pure esse, vanno a spargersi per tutte le parti della massa di carbone. Al di sopra di questa massa v' ha uno strato di terra mobile ricoverto d' un pavimento di lavagne.

Il 23 febbraio 1829, a 4 ore della sera, pochi minuti dopo una pioggia dirotta e gragnuola spinta da un forte *vento d' ovest*, il tuono cadde sul parafulmine di Baionna e fuse la punta per tutta la sua lunghezza di circa 13 millimetri. Fin quì, nulla di straordinario. Ma segni manifesti di scariche si manifestarono sopra molti altri punti: così la verga metallica non avea interamente difeso l' edificio.

All'angolo *sud-ovest* della fabbrica, la lama di piombo ricovrendo il muro che regge il tetto presentava una fessura di 0^m, 21 da una parte, e 0^m, 19 dall' altra opposta, precisamente al disopra d' un ferro che serviva come legame fra due pietre della cornice.

Il tuono avea pure lasciato segni di scoppio, sopra le cinque colonne di legno di cui sopra abbiamo parlato, e che servono a mantenere il conduttore orizzontalmente al disopra del suolo.

La lama di piombo che formava come il cappello di quella colonna che fra tutte le altre è più vicina all'edifizio, era sollevata; ed erano tolti i due chiodi che la teneano attaccata. Sulla covertura della seconda colonna si osservavano

due fori quasi circolari, ed una piccola fessura. Sopra quella del terzo, vedeansi *tre fori*, de'quali uno avea 6 centimetri di lunghezza, ed 1 di larghezza. Le lame di piombo della quarta e della quinta colonna non aveano che un solo foro. In tutte queste aperture o laceramenti, il piombo era ritirato di *basso in alto*.

Questi sono i principali fatti descritti in una lettera al Ministro della Guerra dal Colonnello direttore dell' artiglieria di Baionna, e nel rapporto d' una commissione nominata di officio a verificare il danno.

La sezione di fisica dell' Accademia delle scienze, richiesta a dare il suo parere sopra quest'avvenimento, ed a spiegare l' insufficienza del parafulmine che al primo aspetto poteva parere diligentemente stabilito, manifestò tutto quello che fu frutto del suo esame in un rapporto compilato da *Gay-Lussac*, ed io non potrò far nulla di meglio, che analizzarne le principali conclusioni.

Il conduttore non ha dato uno scorso bastante alla materia elettrica, e però essa si ha aperto un passaggio e per l'angolo sud ovest dell'edificio e pei cinque puntelli di legno.

Ei bisogna investigare la cagione dell'insufficienza del parafulmine di *Baionna*, nella situazione veramente inesplicabile che gli han data i costruttori, e che noi sopra abbiamo fatto conoscere. Sarebbe stato necessario che l'asta metallica (*conduttore*) fosse immersa nell'acqua d'un pozzo, o, al manco, che fosse in contatto con la terra umida per una gran parte. Per contra-

rio, come se si fosse temuto di dare molte vie di scorrere al fluido, quest' asta, in tutto il suo corso orizzontale, era sostenuta a 0^m, 8 di altezza da certe colonne di legno, cioè da certi conduttori imperfetti (1); e dopo non era immersa verticalmente nel suolo, se non per circa 2 metri. Egli è vero, che l'estremità dell' asta era stata circondata di carbone; ma non nelle bragia spente, sibbene nel carbone ordinario, la cui conduttibilità non ha nulla di notevole (2).

---

(1) Questa posizione è stata probabilmente suggerita da un precetto di *Franklin* giustissimo, ma qui molto male interpretato.

Il gran fisico d' America non voleva che *l' estremità inferiore* de' conduttori restasse molto vicino ai muri degli edificj. E temeva che ove il terreno non avesse una bastante conduttibilità, lo scoppio, che inevitabilmente dovrà accadere in questo punto estremo, non corresse lateralmente su' fondamenti, ed essendo molto vicino, non li bruciasse. Ei dunque voleva, che l'asta conduttrice, dopo *avere penetrato nel suolo*, per mezzo d' una curva conveniente si allontanasse da' muri. Però questo allontanamento ei non avrebbe mai acconsentito che si fosse fatto diminuendo il numero de' punti di contatto dell'asta e del suolo. Egli avrebbe senza dubbio approvato i 10 metri di deviazione laterale del conduttore di Baionna; ma con la condizione espressa, che invece di essere sostenuti in aria per mezzo di certe colonne questi dieci metri di asta fossero immersi nel suolo.

(2) Io debbo ripetere, che con numerose esperienze si è rifermato, che il carbone ordinario, il carbone debolmente calcinato, preso nello stato di siccità, quasi *può* dirsi che non è conduttore della materia del *fulmine*. Impregato di acqua, esso diviene manifestamente conduttore, ma certo meno del carbone che si è fatto passare per un fuoco violento.

Con una simile costruzione, si dee forse maravigliare che il fulmine si sia ramificato? che mancando uno scorso bastante per la via ordinaria, abbia seguito, nella massima parte, la direzione delle cinque colonne di legno per giugnere al suolo? che oltre a ciò si sia, all'angolo sud-ovest dell'edificio, slanciata da una piastra di piombo, che comunicava col conduttore, sopra un ferro che serviva ad unire due pietre ricoverte da questa piastra? Ora questa proprietà speciale dell'angolo *sud-ovest* si spiega per questa circostanza, che il muro di quest'angolo, battuto, un momento prima dello scoppio, da una pioggia di tempesta, era divenuto un mezzo conduttore.

È egli provato co' fatti che i parafulmini abbiano preservato dalle rovine, che il fulmine cagiona, gli edificj su' quali essi erano stati posti?

Dal modo con cui la quistione è stata proposta, ciascuno ha già indovinato che noi ci studiaremo di risolverla co' semplici fatti, e senza ricorrere in alcun modo alle deduzioni, leggere per altro, ma dirette, ma legittime, che chiaramente ci disvelano come operano i para-

---

Per difetto di quest' ultima specie di carbone può farsi uso di coke polverizzato.

fulmini. I fatti noi li toglieremo, siccome vedrassi, da tutt' i tempi e paesi, e saranno d' un gran numero e tutti approvati, e per questo numero acquisteranno pregio ed importanza.

Il tempio de' *Giudei a Gerusalemme*, da' tempi di Salomone durò fino all' anno 70 di *Gesù Cristo*, cioè per 1000 anni. Questo tempio era, per la sua situazione, tutto in faccia alle tempeste fortissime e frequentissime della *Palestina*. Intanto la *Bibbia* e *Giuseppe* non dicono che il fulmine l' abbia mai colpito. E ricordando con quanta diligenza gli antichi popoli registravano i tuoni che cagionavano de' danni; quante volte, per esempio, gli annali di *Roma* fanno menzione di quelli che investirono il *Campidoglio* o altri edificj, non potrà quasi spiegarsi il silenzio della Scrittura santa, quanto a questo, se non vuolsi ammettere con l' orientalista *Michaelis*, che il tempio di *Gerusalemme* non ricevè in *dieci* secoli un solo colpo veramente fulminante. E per rendere più probabile questa ultima conclusione, io ricorderò che il tempio, coperto di tavole nella *parte interna* ed *esterna*, sarebbe certo andato in fiamme se un fulmine violento fosse venuto a colpirlo.

Ora che abbiamo bene stabilito il fatto, dobbiamo, seguitando *Michaelis* e *Lichtenberg*, investigarne la cagione. Questa cagione è semplicissima.

Il tempio di *Gerusalemme* era, per caso, *armato di parafulmini* simili a quelli che si usano oggi, e che sono stati scoverti da *Franklin*.

Il tetto del tempio, costruito come in Italia, e

coperto di tavole di legno di cedro ricoverto di una densa doratura, avea pure da un estremo all' altro delle lunghe lance di ferro o d' acciaio a punta e dorate. E secondo dice *Giuseppe*, l'architetto si era servito di tutte queste numerose punte per impedire che gli uccelli si posassero sul tetto e vi lasciassero cadere dello sterco. Le facciate del monumento erano pure ricoverte in tutta la loro estensione da un legno con spessa doratura. In fine, sotto l'atrio del tempio v'avea delle cisterne dove per mezzo di tubi metallici si raccoglieva l' acqua del tetto. Noi troviamo quì e le aste de' parafulmini, ed una tale sovrabbondanza di conduttori, che *Lichtenberg* avea buone ragioni di assicurarsi che la decima parte degli strumenti de' nostri giorni, non sono formati in modo che ci sodisfino ugualmente. Sicchè il tempio di *Gerusalemme*, rimaso intatto per più di 1000 anni, può essere citato come pruova manifesta del potere efficace de' parafulmini.

Nella *Carintia*, al castello del Conte *Orsini*, la chiesa situata sopra un monticello, era così spesso colpita dal fulmine, e tanti erano i danni che ne venivano, che in està non potè più celebrarsi la messa. Nell' anno 1730, un solo colpo di fulmine distrusse interamente il campanile. Dopo riedificato, questa meteora seguitò a colpirlo, come termine medio, 4 o 5 volte all' anno. In questo calcolo, si noti bene, non si tiene conto delle tempeste straordinarie, durante le quali *cinque* e pure *dieci* colpi di fulmine investivano il campanile in una *sola giornata*. Verso la metà del 1778, dopo una di queste tempeste,

l'edificio fu minacciato d'una nuova rovina, e fu gittato al suolo e riedificato dopo non guari; ma questa volta fu provveduto d'un parafulmine a punta e d'un buon conduttore. Nel 1783 (data della memoria di *Lichtenberg*, donde io ricavo tutti questi particolari), cioè dopo un periodo di circa *cinque anni*, in vece di *venti a venticinque colpi*, il campanile non ne ricevè che un solo, il quale cadde sulla punta metallica senza cagionare alcun danno.

Nella primavera dell'anno 1750, il fulmine cadde sulla torre della Chiesa olandese di *New-Jork*. Dal campanile passò all'oriuolo, ch'era 8 metri più basso, seguendo, a traverso molte soffitte, il filo metallico per mezzo del quale le ruote metteano in movimento il martello delle ore. E finchè non cessò il metallo, il fulmine non fece alcun danno nella fabbrica; e non allargò neppure i fori che faceano passare il filo a traverso le soffitte quantunque il loro diametro non fosse che intorno a 13 millimetri. Fino ad una certa distanza dalla sua parte inferiore, il filo non ebbe altro danno che quello di essere ridotto ai due terzi della sua grossezza di prima. Verso basso la sua fusione fu compiuta; ma pure a partire di là, il fulmine si slanciò su' gangheri d'una porta vicina, ruppe la porta e si disperse.

Nel 1763, il fulmine cadde sullo stesso campanile, ed ebbe *effetti simiglianti*, quantunque il filo di comunicazione tra 'l martello del campanile e le ruote dell' oriuolo fosse stato sostituito da una piccola catena di rame.

Nel 1765, un altro scoppio. Allora l'asta del-

la banderuola comunicava con un conduttore di ferro, esterno, continuo, e che scendeva fino al suolo umido; e pure questa volta la porta ed il filo del martello dell' oriuolo rimasero intatti perfettamente; e la fabbrica non ebbe alcun danno.

Dopo fatta la Chiesa di S. Michele, a *Charlestown*, veniva visitata a danneggiata dal fulmine *ogni due o tre anni*. Fu stabilito che dovesse mettersi un parafulmine. Nel 1774, il sig. *Henley* avea avuto notizie da *America*, che in quattordici anni, tempo scorso dacchè si era posto il parafulmine, la Chiesa non era stata più colpita.

Nel 1772, *Toaldo* dicea che il Castello *reale di Torino*, *il Valentino*, non era più colpito dal fulmine, dal tempo in cui *Beccaria* avea armato i suoi principali stendardi di certe verghe metalliche elevate, alle quali metteano capo dei fili che penetravano nel suolo. Prima di questa epoca, il castello era danneggiato sovente.

Il Campanile di *S. Marco*, *a Venezia*, costruito da tempi lontanissimi, non ha meno di 104 metri (320 piedi) di altezza. La sola piramide ch' è al di sopra di esso ha 27^{m}, 6 (85 piedi). In cima a tutto è un angelo di legno ricoverto di rame di 3^{m}, 1 (9^{pi}, 6) di altezza.

La grande altezza di questo campanile, la sua posizione isolata, e sopratutto i molti pezzi di metallo ch' entrano nella sua costruzione lo rendeano assai esposto al fulmine. E di fatti esso è stato frequentemente colpito; sebbene i registri non abbiano fatto menzione di tutt' i colpi; e generalmente non abbiano fatto relazione che di

soli quelli che importarono ripari di molto dispendio. Del resto, eccone il quadro.

1388, 7 giugno, (diversi punti);

1417 —— la piramide incesa

1489, 12 agosto, la piramide ridotta di nuovo in cenere;

1548 giugno (punti diversi);

1565 ——

1653 ——

1745, 23 aprile, gravi danni. Trentasette fessure minacciavano la torre di rovina. I ripari costarono più di 8 mila ducati.

1761 —— danni poco considerevoli;

1762, 23 giugno, danni notevoli.

S. Marco fu armato d'un parafulmine. E dopo questo tempo io non so che sia stato mai danneggiato dal fulmine.

La bella torre di *Siena* era spessissimo fulminata, ed ogni volta con gravi danni. Come nel 1777 fu provveduta d'un parafulmine, il 18 aprile ricevè un' altra scarica; ma solo questa volta la meteora non cagionò alcun danno.

Io lessi in una memoria del sig. *W. S. Harris*, che nel *Devonshire* v'avea sei chiese con campanili alti; che *tutte e sei* nel breve intervallo di pochi anni erano state colpite dal fulmine, che una *sola* non ebbe alcun danno, e fu quella precisamente ch'era stata armata di parafulmine.

Ginevra è in faccia alle tempeste, e intanto le torri della sua cattedrale, quantunque sieno l'edificio più alto della città, e signoreggino sopra tutti gli altri che sono intorno ad una gran-

de distanza, pure da più di due secoli e mezzo punto non sono colpiti. Per contrario, il campanile, *molto più basso*, *di S. Gervasio* è spesse volte danneggiato dalla meteora.

Saussure, fino dall'anno 1771, investigava la cagione di questa singolare anomalia, e la trovava ne' *conduttori accidentali* di cui sono munite le torri. La torre di mezzo conta qua-
» si 300 anni, e siccome essa è tutta di le-
» gno, come dice Saussure, ha dovuto sempre
» essere, siccome è ora, ricoverta di latta da al-
» to in basso: ora è facile concepire che un vo-
» lume così notevole di metallo sia stato sem-
» pre eccellente conduttore, e che la sua lar-
» ga base, comunicando con tutte le parti del-
» l'edificio, abbia potuto incontrare in tutta la
» sua estensione qualche materia che compisse la
» comunicazione. » Aggiugniamo, per compiere la spiegazione di questo illustre fisico, che la comunicazione col suolo si faceva, a dir vero con gradi differenti, per *tutte le materie*, per tutte le parti dell'edificio, e che il numero suppliva così all'intensità. Diciamo, infine, che i tubi di piombo o di latta adattati da più di un secolo ai muri del tempio, e che conducono le acque di pioggia sotto terra, formano una comunicazione forse più perfetta di quella delle aste ordinarie.

La gran colonna di *Londra*, detta il *Monumento*, fu alzata dall'anno 1677 da *Cristofaro Wren*, in memoria del grande incendio di questa capitale. Essa ha circa 62 metri (202 piedi inglesi) di altezza, a contare dal pavimento di *Fish-Stred*.

La sua parte superiore termina con un largo bacino di metallo, pieno d'un gran numero di fasce ugualmente metalliche, più o meno contornate, dirette in diversi sensi; e dovendo apparire come tante fiamme, *terminano tutte a punte acuminatissime*. Dal bacino alla galleria scendono verticalmente quattro grosse aste di ferro che servono di puntello ai gradini della scala dello stesso metallo che giugne fino al bacino. Una delle quattro aste (che alla base non ha meno di 5 pollici di larghezza ed 1 di grossezza) è in comunicazione co' correnti di ferro della scala, i quali scendono fino al suolo. Tutto il mondo troverà qui le punte moltiplicate di certi parafulmini, ed il conduttore. In 160 anni, che sono scorsi dal 1677, neppure un sol colpo di fulmine, per quanto io sappia, non ha colpito il *Monumento*.

Il 12 luglio 1670 il fulmine cadde al tempo stesso, a *Filadelfia*, sopra uno *sloop*, sprovvisto di parafulmine, sopra due case ch' erano nello stessa condizione, e sopra una terza casa difesa da uno di questi apparecchi. In quattro punti lo scoppio parve spaventevole. Le due prime case e lo *sloop* furono gravemente danneggiate, la casa armata di parafulmine restò perfettamente intatta: si osservò solo che la punta dell' asta era fusa in una grande estensione.

Nel 1813, nel mese di giugno, al porto reale della Giamaica, il vascello il *Norge* ed un naviglio mercantile non muniti di parafulmine, furono l'uno e l'altro fulminati e gravemente danneggiati. Tutto il gran numero degli altri bastimenti,

ch' erano nel porto, e da cui il *Norge* ed il naviglio mercantile erano circondati, non ebbero alcun danno; perocchè tutti aveano de' parafulmini.

In gennaio 1814, il fulmine cadde nel porto di *Plymouth*. Di molti vascelli ch' erano nell'*Hamoase*, un solo fu *colpito* e danneggiato. Questo vascello, il *Milford*, era il solo che a quel momento si trovasse privo di parafulmine.

Il gennaio 1830, nel canale di Corfù, tre colpi di fulmine investirono il vascello inglese l'*Etna*: il bastimento non n'ebbe alcun danno. I vascelli *senza parafulmini*, il *Madagascar* ed il *Mosqueto*, posti lontano dall' Etna, furono pure colpiti, e con danni notevoli.

I parafulmini ad asta elevata ed a punta richiamano essi il fulmine?

Io ho provato che il fulmine non cagiona danni ne' bastimenti dove cade, quando essi si trovano armati di buoni parafulmini. I parafulmini, posto che sieno d'un numero bastante, sono mezzi quasi sicuri che ci preservano dal fulmine. Io non conosco alcun caso in cui si sieno mostrati inefficaci, senza che al tempo stesso non sieno stati scoperti de' difetti palpabili di costruzione. Intanto io non vorrei offermare che sieno *assolutamente impossibili* delle eccezioni. Se l'esistenza d' un' azione potente delle aste metalliche, e particolarmente delle aste a punta, sia sulla materia elettrica contenuta nelle nuvole, sia sopra questa stessa materia

quando già si è sprigionata sotto forma di lampi a *zig-zag*, non può quasi dar luogo a delle difficoltà serie, egli dee avvenire il simigliante nel caso in cui la materia del fulmine ha preso la forma d'un *globo* di *fuoco*, e che pare si sia assimilata alle sostanze ponderabili. Del resto questi casi eccezionali debbon essere così rari, che non porta il pregio di occuparcene. E non è per questo che si debba dubitare de' parafulmini; la loro virtù preservatrice non è oggi punto negata; solo si crede che per il modo con che operano *essi attraggono il fulmine*; si pretende che una casa provveduta di parafulmine è più sovente fulminata che se il parafulmine non vi fosse.

Nollet sostenne quest' opinione nel 1764; e Wilson se ne mostrò ardentissimo difensore. Ora siccome il *conduttore* non pareva che fosse una garentia *infallibile*, i molti colpi, che sono conseguenza dell' azione della punta, doveano, secondo questi fisici antichi, annullare i buoni effetti del conduttore. Ecco come essi giunsero ad affermare che i parafulmini di *Franklin erano più pericolosi che utili.*

Forse io arrecherò maraviglia, affermando che v' ha de' segni molto evidenti dell' opinione che i parafulmini a punte accrescono il numero de' colpi fulminanti, fino negli scritti di coloro che difendono apertamente l' invenzione di *Franklin*; ma io domando, che significherebbe, senza questo quel precetto di *Toaldo*: « quanto » ai magazzini di polvere, ei *conviene tenersi* » *in difesa*, e non mettere punte affatto sull'edi-

» ficio, e contentarsi che tutt' i pezzi metallici
» sieno in comunicazione col conduttore? »

Questo pregiudizio distorna molte persone dall' uso de' parafulmini, per un sentimento analogo a quello che le terrebbe lontane da un grosso parapetto contro cui fossero continuamente indirette le impotenti palle di una batteria. Ma questo pregiudizio cadrà del tutto, se vuolsi esaminare un poco attentamente i fatti riferiti nel capitolo precedente.

Di fatti, che vediam noi nella Chiesa di *Carintia*? *quattro* o *cinque* colpi *ogni anno*, finchè non ci ha parafulmine, ed *un colpo in cinque* anni dopo stabilito questo strumento.

Nella Chiesa di *Charlestown*, la *diminuzione* è tale che in 14 anni non v' ebbe un solo colpo fulminante, mentre prima che il parafulmine fosse costruito se ne osservavano 6 o 7.

Nel *Valentino*, i parafulmini di *Beccaria* fanno sparire del tutto i colpi fulminanti, che innanzi erano stati così comuni.

Il *Monumento* a *Londra*, non ostante il suo parafulmine accidentale, non pare che sia stato fulminato in 160 anni.

Nel 1814, nell' *hamoase di Plymouth*, in mezzo ad un gran numero di bastimenti fu colpito quel solo che non avea parafulmine.

Ed ecco, in fine, un caso che la natura ci offre sopra questo fatto.

Il 21 maggio 1831, in una violentissima tempesta, il vascello il *Caledonia* era in vela nella baia di *Plymouth*. Dalla città si vedea il fulmine cadere inverso il mare ad una certa distanza dal

vascello: cadde pure sulla riva, e vi cagionò diversi danni: ma il *Caledonia*, armato de' suoi parafulmini, non fu mai colpito da niuno di quei fulmini da cui era circondato, e seguitò a navigare con quella stessa sicurezaa che in un Cielo sereno.

Io ho citato molti casi, perocchè in questa materia niente altro può supplire al numero di essi. Uno o due fatti isolati, favorevoli o contrarj alla tesi che io avea proposta, sarebbero stati senza importanza. La cagione della curiosa influenza esercitata da' parafulmini, e che noi abbiam provata, sarà scorta da tutto il mondo, volendo stare all'esperienze di Beccaria sul numero maraviglioso di scintille che nelle tempeste le ast acuminate del *Valentino* toglievano placidamente alle nuvole. Del resto, chiaro od oscuro che sia, risguardato teoricamente, il fatto non è meno certo: sicchè mi pare che alla fine di queste notizie può stare convenientemente questa conclusione, che i *parafulmini non han solo il potere di rendere senza effetto i colpi del fulmine, ma che, oltre a cio, hanno il potere di diminuire di molto il numero di questi colpi.*

FINE.